



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN EN  
MANTENIMIENTO USANDO LA TÉCNICA DEL AMEF EN EL ÁREA  
DE MAESTRANZA PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS  
EQUIPOS DE LA EMPRESA BONA LOGISTIC E.I.R.L”**

---

**TESIS PARA OBTENER TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:**

**EUSCATEGUI BOBADILLA, KEVIN MOISES**

**ASESOR:**

**Msc. VALDERRAMA CAMPOS, EDWIN RONALD**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**MANTENIMIENTO**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2018**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN EN MANTENIMIENTO  
USANDO LA TÉCNICA DEL AMEF EN EL ÁREA DE MAESTRANZA PARA  
MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA BONA  
LOGISTIC E.I.R.L**

---

Euscategui Bobadilla, Kevin Moisés

Autor

Presentada a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo  
para su aprobación.

---

Dr. Inciso Vásquez, Jorge

Presidente

---

Ing. Aranda Gonzales, Jorge  
Secretario

---

Ing. Valderrama Campos, Edwin  
Vocal

**TRUJILLO – PERÚ**

**2018**

A Dios por darme la vida, la fortaleza  
y la sabiduría e iluminar mis pasos  
en mis estudios universitarios y  
poder culminarlos.

## DEDICATORIA

A los dueños de la empresa BONA LOGISTIC  
E.I.R.L, Sr. Jaime Bobadilla y Sra. Carla  
Nassi por su orientación, consejos  
y confianza depositada a mi persona.

A mis queridos padres: Zenón y Marita que por  
sus enseñanzas y consejos aprendí que día a día  
se debe luchar de manera constante para poder  
lograr uno de mis objetivos de ser profesional.

A mis queridos hermanos:  
Rosa y Luis por su amor  
incondicional en  
el transcurso de mi vida.

A mis abuelas con cariño María y Emérita.

A la Ing. Alexandra Charca Colque  
Por brindarme su apoyo incondicional.

A la memoria de:  
Macario Euscategui E.  
Rosa Euscategui Asencios  
Rómulo Bobadilla Carrión.  
Ángela Bobadilla Alva.  
Víctor Bobadilla Alva.  
Paulita Vásquez Alegre.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradezco a Dios, que desde el cielo me brindan la fortaleza que me permitió culminar esta etapa de mi vida y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Quiero agradecerles a mis Padres, Abuelos y Tíos que me acompañaron desde el inicio en esta aventura que es la formación profesional brindándome su apoyo incondicional, económico y por dejarme la herencia más grande que es la educación.

Agradezco a mi asesor de tesis, Msc. Valderrama Campos, Edwin Ronald, por sus conocimientos invaluable que me brindo para llevar a cabo esta investigación, y sobre todo su gran paciencia para esperar a que este trabajo pudiera llegar a su fin; a mis docentes y compañeros que con ellos compartí momentos inolvidables.

Agradezco a toda la Plana Docente del Programa de Formación para adultos de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quienes nos brindaron sus enseñanzas innovadoras para nuestra formación profesional, consejos y una formación humanista y espiritual de nuestra Alma Mater.

Ante todo pido disculpas a las personas que no hago mención a quienes agradezco por su apoyo.

Nuestra gratitud y reconocimiento por siempre

**Kevin Moisés Euscategui Bobadilla**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo Euscategui Bobadilla, Kevin Moisés con DNI N° 46977798, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería de la Escuela de Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 17 de diciembre del 2018

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento con las disposiciones vigentes del reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo, someto a su consideración y elevado criterio el presente informe de Tesis titulado: Implementación de un sistema de gestión en mantenimiento usando la técnica del AMEF en el área de maestranza para mejorar la disponibilidad de los equipos de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.

Con la finalidad de optar el título de Ing. Mecánico Electricista.

Agradezco por anticipado las sugerencias y correcciones pertinentes, confiando en su criterio profesional la evolución de la presente tesis, puesto que servirá para superar las limitaciones a que hubiera lugar.

Trujillo, 17 de Diciembre del 2018

Euscategui Bobadilla, Kevin Moisés

## RESUMEN

En la siguiente investigación se presenta el beneficio que tiene la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento usando la técnica del AMEF en el área de maestranza para mejorar la disponibilidad de los equipos de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R., correspondientes al pantógrafo CNC, cizalla industrial, plegadora hidráulica, máquina de soldar MIG, máquina de soldar de arco manual, compresor de aire, taladro columna, prensa hidráulica, torno paralelo y esmeril de sobre mesa.

La empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L realiza diferentes actividades de mantenimiento correctivo causadas por diversa fallas teniendo como consecuencia pérdidas y paradas no programadas perjudicando a la producción.

En la primera parte de la investigación, se recolecto la información del historial de fallas de los equipos brindados por la empresa. Determinando los indicadores actuales de mantenimiento anual correspondiente de 89.24% de disponibilidad, 78.56% de confiabilidad y 83.3% de mantenibilidad. Luego se identificó la maquinaria crítica de la empresa empleando el matriz de criticidad para identificar prioridades a que equipos se tiene que realizar la evaluación de los modos de fallas y efectos.

Las diferentes actividades de mantenimiento propuesto se emplearon a base de la técnica AMEF con la ayuda de catálogos de fabricantes y experiencia de los operarios con frecuencias diarias, semanales, mensuales y anuales.

Se concluye que las proyecciones de la implementación del presente plan de mantenimiento obtendrá un aumento del 5-9 % en la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad del área de maestranza. El análisis económico que se realizó disminuirá un 46% de costos actuales de mantenimiento de la empresa.

**Palabra Clave:** Sistema de gestión de mantenimiento, AMEF, disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad, costo beneficio y plan de mantenimiento.



## ABSTRACT

In the next investigation present the benefit of the implementation from a system of maintenance using the technique of AMEF in the maestranza area to improve availability, reliability and maintainability of the company's BONA LOGISTIC E.I.R.L equipment correspondent a pantograph CNC, industrial shear, hydraulic folding machine, welding machine MIG; welding machine arco manual, air compressor, column drill, hydraulic press, parallel and emery lathe.

The company BONA LOGISTIC E.I.R.L executes different activities of corrective maintenance causing various failures having economic losses and unscheduled stops damaging the production.

In the first part of the investigation, information is collected from the team's fault reports. Determining the corresponding annual maintenance indicators 89.4% availability, 78.56% reliability and 83.3% maintainability. Then the critical machinery of the company was identified using the criticality matrix to identify priorities to which teams the evaluation of AMEF.

The different maintenance activities proposed were based on the use of the technique AMEF, the help of manufacturers catalogs and operator experience with daily, weekly, monthly and annual frequencies.

It's concluded that the projections of the implementation of this maintenance plan will obtain an increase of 5-9 % availability, reliability and maintainability of the company's BONA LOGISTIC E.I.R.L. The economic analysis that was made decrease in 46% current costs of maintenance of the company.

**Keywords:** Maintenance management system, availability, reliability, maintainability, AMEF, cost benefit, maintenance plan.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	14
1.1.	Realidad problemática .....	14
1.2.	Trabajos Previos .....	17
1.3.	Teorías relacionadas al tema .....	19
1.3.1.	Gestión de mantenimiento .....	19
1.3.2.	Mantenimiento .....	19
1.3.3.	Tipos de mantenimiento .....	20
1.3.4.	Indicadores de mantenimiento .....	21
1.3.5.	Análisis de criticidad .....	22
1.3.6.	Análisis modal de fallos y efectos (amef) .....	23
1.4.	Formulación de problema .....	24
1.5.	Justificación del estudio .....	24
1.6.	Hipótesis .....	25
1.7.	Objetivos .....	25
1.7.1.	General .....	25
1.7.2.	Específicos .....	25
II.	MARCO METODOLÓGICO .....	26
2.1.	Diseño de investigación .....	26
2.2.	Variables .....	28
2.2.1.	Operacionalización de variables .....	28
2.3.	Población, muestra y muestreo .....	29
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	30
2.5.	Método de análisis de datos .....	31
2.6.	Aspectos éticos .....	31
III.	DESARROLLO .....	32
3.1.	Descripción de la empresa .....	32
3.1.1.	Características .....	32
3.1.2.	Logo de la empresa .....	32
3.1.3.	Misión .....	33
3.1.4.	Visión .....	33
3.1.5.	Políticas de calidad .....	33
3.1.6.	Organigrama .....	34
3.1.7.	Principales productos de venta .....	35
3.1.8.	Principales Clientes .....	36
3.2.	Diagnóstico de los equipos de maestranza .....	38

3.2.1.	Diagrama causa efecto.....	38
3.2.2.	Área de mantenimiento de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L .....	40
3.2.3.	Análisis de Pareto para los equipos y maquinaria .....	43
3.2.4.	Análisis de Criticidad .....	45
3.2.5.	Indicadores de mantenimiento.....	50
3.2.6.	Aplicar técnica de análisis de modo y efecto de fallas (AmeF) en los equipos críticos, para identificar el modo, causa y efecto que origina la falla .....	52
3.3.	Diseño del sistema de Gestión de mantenimiento .....	66
3.3.1.	Misión del área de mantenimiento .....	66
3.3.2.	Visión del área de mantenimiento .....	66
3.3.3.	Valores del área de mantenimiento .....	66
3.3.4.	Objetivos del área de mantenimiento .....	67
3.3.5.	Políticas del Sistema de Gestión de Mantenimiento .....	67
3.3.6.	Estructura del área de mantenimiento .....	68
3.3.7.	Plan de mantenimiento .....	84
IV.	DISCUSIÓN.....	100
V.	CONCLUSIONES .....	104
VI.	RECOMENDACIONES .....	105
	BIBLIOGRAFÍA.....	106
	ANEXOS.....	108

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Cuadro de operacionalización de variables. ....	28
<b>Tabla 2.</b>	Principales productos.....	35
<b>Tabla 3.</b>	Principales clientes de la empresa BONA LOGISTIC EIRL.....	36
<b>Tabla 4.</b>	Principales causas de la deficiencia de gestión de mantenimiento.....	39
<b>Tabla 5.</b>	Procedimiento de las actividades de mantenimiento actual. ....	42
<b>Tabla 6.</b>	Máquina de sección de banco.....	43
<b>Tabla 7.</b>	Maquinaria de sección de doblado y corte .....	43
<b>Tabla 8.</b>	Máquinas de sección de Soldado y otro. ....	43
<b>Tabla 9.</b>	Frecuencia de fallas en el área de maestranza. ....	44
<b>Tabla 10.</b>	Valores para la tasa de marcha .....	45
<b>Tabla 11.</b>	Valores para equipo auxiliar.....	46
<b>Tabla 12.</b>	Valores de influencia del equipo en el proceso. ....	46
<b>Tabla 13.</b>	Valores para la influencia en la calidad final del producto. ....	46
<b>Tabla 14.</b>	Valores según costo mensual de mantenimiento.....	47
<b>Tabla 15.</b>	Valores para el número de horas de paro por mes.....	47
<b>Tabla 16.</b>	Valores según grado de especialización del equipo. ....	47

<b>Tabla 17.</b> Valores para seguridad .....	48
<b>Tabla 18.</b> Matriz de criticidad para la maquinaria y equipos del área de maestranza la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L .....	49
<b>Tabla 19.</b> Indicadores de mantenimiento.....	50
<b>Tabla 20.</b> Indicadores de mantenimiento actuales del área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.....	51
<b>Tabla 21.</b> Determinar el grado de severidad .....	52
<b>Tabla 22.</b> Determinar el grado de ocurrencia .....	53
<b>Tabla 23.</b> Determinar el grado de detección .....	53
<b>Tabla 24.</b> Aplicación del AMEF en el torno paralelo, sub- sistema de soporte, posicionamiento y bancada según el historial de fallas periodo 2017 - 2018 (Tablas anexo 1).....	55
<b>Tabla 25.</b> Aplicación del AMEF en el torno paralelo, sub- sistema de lubricación según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1) .....	56
<b>Tabla 26.</b> Aplicación del AMEF en el torno paralelo, sub- sistema de refrigeración según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1) .....	57
<b>Tabla 27.</b> Aplicación del AMEF en el torno paralelo, sub- sistema de seguridad según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1) .....	58
<b>Tabla 28.</b> Aplicación del AMEF en el torno paralelo, Sub- sistema eléctrico según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1) .....	59
<b>Tabla 29.</b> Aplicación del AMEF en máquina de soldar MIG-MAG, Sub- sistema eléctrico y mecánico según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1).....	60
<b>Tabla 30.</b> Aplicación del AMEF en máquina de Cizalla industrial, Sub- sistema eléctrico, neumático y lubricación según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1).62	
<b>Tabla 31.</b> Aplicación del AMEF en máquina de soldar Pantógrafo CNC, Sub- sistema software, funcional y refrigeración según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1). .....	64
<b>Tabla 32.</b> Resumen de características actual del NPR.....	66
<b>Tabla 33.</b> Resumen de formatos .....	70
<b>Tabla 34.</b> Ficha técnica .....	76
<b>Tabla 35.</b> Solicitud de actividad .....	77
<b>Tabla 36.</b> Solicitud de avería .....	78
<b>Tabla 37.</b> Solicitud de compra .....	79
<b>Tabla 38.</b> Orden de trabajo .....	80
<b>Tabla 39.</b> Orden de compra .....	81
<b>Tabla 40.</b> Costos de mantenimiento .....	82
<b>Tabla 41.</b> Mantenimiento Autónomo.....	83
<b>Tabla 42.</b> Plan de actividades en base a AMEF para torno paralelo de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L .....	85
<b>Tabla 43.</b> Plan de actividades en base a AMEF para cizalla industrial de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L .....	86
<b>Tabla 44.</b> Plan de actividades en base a AMEF para Pantógrafo CNC, mesa por corte de plasma de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L .....	87

<b>Tabla 45.</b> Plan de actividades en base a AMEF para máquina de soldar MIG-MAG de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L .....	88
<b>Tabla 46.</b> Plan de actividades en base a AMEF para plegadora hidráulica de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.....	89
<b>Tabla 47.</b> Plan de actividades en base a AMEF para compresor de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L .....	90
<b>Tabla 48.</b> Plan de actividades en base a AMEF para sierra eléctrica de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L .....	91
<b>Tabla 49.</b> Plan de actividades para esmeril de sobre mesa de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L .....	92
<b>Tabla 50.</b> Plan de actividades para esmeril de máquina de soldar de arco manual de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L .....	93
<b>Tabla 51.</b> Plan de actividades para esmeril de taladro radial de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L .....	94
<b>Tabla 52.</b> Plan de actividades para esmeril de taladro radial de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L .....	95
<b>Tabla 53.</b> Indicadores de mantenimiento proyectado .....	96
<b>Tabla 54.</b> Costos por mantenimiento correctivo.....	97
<b>Tabla 55.</b> Costos de mantenimiento preventivo .....	98
<b>Tabla 56.</b> Diferencias de costos de mantenimiento .....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> Logo de la empresa BONA LOGISTIC EIRL. ....	32
<b>FIGURA 2.</b> Organigrama de la empresa BONA LOGISTIC EIR .....	34
<b>FIGURA 3.</b> Diagrama causa-efecto del área de maestranza .....	38
<b>FIGURA 4.</b> Organización actual del área de mantenimiento de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.....	40
<b>FIGURA 5.</b> Diagrama de Pareto, número de fallas equipos de maestranza.....	45
<b>FIGURA 6.</b> Propuesta del organigrama del área de mantenimiento .....	68
<b>FIGURA 7.</b> Flujo grama propuesta para la implantación de la gestión de mantenimiento.....	72
<b>FIGURA 8.</b> Comparación de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad .....	101
<b>FIGURA 9.</b> Comparación de costos de mantenimiento .....	102
<b>FIGURA 10.</b> Índice de producción de unidades vendidas en el periodo 2017 .....	110
<b>FIGURA 11.</b> Índice de producción de unidades vendido en el periodo 2018.....	111

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

A nivel mundial el desarrollo económico es un gran reto para los diferentes países, teniendo como objetivo mantener una estabilidad económica, aumentar el desarrollo empresarial para poder generar mayor empleo, productividad y competitividad. Según la Comisión de Económica para América Latina y el Caribe, el interés de las naciones es contar con un mayor desarrollo en la infraestructura, enfocándose en los países que dependen de su crecimiento por las exportaciones. (ARCE et al, 2017).

Las diferentes Micro, medianas y grandes empresas del rubro metal-mecánico dedicadas a la fabricación de carrocerías, buscan estandarizar los criterios de fabricación de sus productos o servicios, estas innovan en las diferentes tecnologías mecánicas, para ello es necesario planificar un sistema de gestión de mantenimiento en las diferentes áreas de la empresa que garantiza el buen funcionamiento de las máquinas, equipos e instalaciones, este proceso concierne en la planificación y organización del ciclo de mantenimiento enfocándose al conocimiento constructivo de las máquinas y/o equipos encaminando a la prevención, predicción y corrección de sus componentes teniendo la finalidad de detección oportuna de los fallos que pueden perjudicar la producción y mejorar los indicadores de mantenimiento; por lo tanto la empresas están obligadas a modificar los criterios de mantenimientos implementados o por implementar en las áreas del procesos constructivo de las carrocerías o adaptarse a los estándares regionales, nacionales e internaciones de calidad total de sus productos marcando la diferencias entre la amplia comunidad de fabricantes de carrocerías. (CALLONI, 2007).

Para la elaboración de plataformas, tolvas graneleras entre otros se tiene como principal materia prima a las planchas de acero estructural transformándolo en el área de maestranza en piezas para ensamblar a las carrocerías, según la fuente de ALACERO (Asociación Latino América del Acero) las importaciones de los diferentes tipos de acero han provenido del país de China abarcando un 75% del mercado latino, desplazando a Brasil y México. (BBC MUNDO, 2015).

El mercado siderúrgico en América Latina y el Caribe el acero crudo tuvo una producción de 5.3 millones de toneladas en acero en el primer trimestre del 2018 y Brasil

productor regional de 54%, los principales países que aumentaron su consumo de acero fueron Brasil con 184 mil toneladas adicionales que corresponde el 44%, Argentina 112 mil toneladas correspondiendo al 36% y Perú con 48 mil Toneladas correspondiendo el 21%. (ALACERO, 2018).

La importancia de emplear las diferentes aleaciones de acero en la construcción de carrocerías metálicas es debido a su alta resistencia mecánica, rapidez de ensamblado, transporte, facilidad de refuerzo sobre la estructura construida, durabilidad, ductilidad, tenacidad y resistencia a la corrosión ambiental en circunstancias se puede dejarse sin utilizar “Base sin cromato” y es altamente reutilizable; debido a estos beneficios de este tipo de aleación es indispensable para los diseño de carretas destinadas al transporte pesado. (ALGECOSA, 2017)

La fabricación de carretas o carrocerías metálicas está ligado a la demanda de las empresas dedicadas al transporte pesado; hoy en día se busca disminuir el uso de combustibles fósiles en los vehículos livianos o pesados, por ello existe una mayor rigurosidad en leyes medioambientales obligando al sector metal-mecánico a tratar de disminuir el peso de las carretas con la innovación estructural. (ARCE et al, 2017).

Según la Asociación Nacional Automotriz de Chile (ANAC) informó que el año 2016-2017 se culminaron las ventas mundiales de 24,4 millones de unidades para el mercado de vehículos comerciales y pesados a nivel mundial, proyectándose que en el año 2018 las adquisiciones aumentaran rotundamente. (ALGECOSA, 2017)

Durante el año 2017 el crecimiento de la demanda interna fue de 1.6 por ciento, debido al fuerte impacto negativo que tuvo el fenómeno del Niño Costero paralizando obras de infraestructura relacionados al caso Lava Jato y empresas ubicadas en el área del desastre natural, a la vez, afectó las importaciones de Gaseoducto Sur Peruano, la Línea Amarilla, Vías nuevas de Lima, el proyecto de irrigación Chavimochic III, las hidroeléctricas Bello Horizonte y Chavín dado, lentamente se está estabilizando las inversiones privadas. (BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ, 2017).

Las inversiones del sector minero en el año 2017 tuvieron un gran incremento de 3.9 mil millones de dólares de la empresa Southern Perú que invirtió 673 millones de dólares en el remate de los trabajos de expansión de sus operaciones, adicionales invirtiendo 343 millones de dólares en la expansión de la Mina Toquepala en el cual se estima que el segundo trimestre del 2018 llegue a su 87 % por ciento de culminación. (BANCO CENTRAL DE

RESERVA DEL PERÚ, 2017). Por esa razón la estabilidad e incremento del sector minero está totalmente ligado a la industria de las carrocerías, debido que nuestro país cuenta con una geografía para la explotación minera contando con una gran cantidad de yacimiento mineros, destacando que la industria minera tiene como principal cliente a las diferentes empresas dedicadas al rubro del transporte pesado. (ARCE et al, 2017).

El primer trimestre del año 2018, se ha disminuido las ventas de autos livianos y pesados en un 6.1% contando con un promedio 43.053 unidades registradas en la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (Sunarp) en comparación al año 2017 con un promedio de 45.861 unidades registradas en el periodo similar del 2017. La principal razón del estancamiento de la venta de vehículos es por la inestabilidad política que está atravesando nuestro país, esperando que el Presidente actual tome las medidas estratégicas para superar esta inseguridad dando mayor énfasis a las exportaciones y facilidades de funcionamiento a las diferentes minas en el territorio peruano, por esta razón el sector transporte está obligado renovar sus unidades de carga o aumentar las proyecciones de adquisición por la mayor demanda que se generará; como los principales representantes de la industria nacional son grupo Romero, grupo Lindley entre otros, exigen un mayor número de camiones para la distribución de sus productos en el territorio nacional. (DIARIO LA REPÚBLICA, 2018).

Según la SNI (Sociedad Nacional de Industria) tiene una Visión al año 2030 en el desarrollo del país tendrá una tasa anual de 5.5% de crecimiento, es la cifra necesaria para poder combatir con la pobreza que está atravesando la sociedad, con ayuda de la industria manufacturera con proyecciones de crecimiento anual de 8.2%, reafirmando que la industria debe enfocarse a la regulación laboral, promover el empleo forma, promover la competencia y contar con una alta productividad involucrando la educación de calidad y la cobertura de salud. Dicho esto, las diferentes empresas del sector industrial deben ser competitivas entre si brindando productos de calidad y aumentando su productividad, pero está íntimamente relacionado con el estado y la mantención de las diferentes maquinarias y equipos para poder lograr las metas programadas de las empresas. (DIARIO EL COMERCIO, 2017)

La empresa “BONA LOGISTIC E.I.R.L” compete por el incremento de empresas informales dedicadas a este rubro, buscando ser más competitiva en productividad y calidad; contando en sus instalaciones el área de maestranza con 11 máquinas y equipos; que son mesa de plasma CNC, plegadora industrial, cortadora industrial, taladro vertical, torno paralelo, prensa hidráulica, máquina de soldar MIG- Mag, máquina de soldar de arco manual,



compresor de tornillos y esmeril de sobre mesa. Dichos equipos y maquinarias son empelados en corte, doblado, torneado y perforadoras de las planchas estructurales de acero que son transformados en los accesorio de la carrocerías para la elaboración de plataformas, tolvas graneleras, contenedores, tanques cisternas, camas bajas, bombonas, cruceros, furgones entre otros; por la cual el área de maestranza no cuenta con un sistema de gestión de mantenimiento estructurado y/o organizado, o una área específica con el personal capacitado o entrenado para asumir y realizar las diferentes actividades de mantenimiento; teniendo en conocimiento que algunos equipos han sobrepasado su vida útil y son empleadas más de 8 horas laborales diarias trabajando en plena actividad.

## **1.2. Trabajos Previos**

Inostroza et al. (2013), diseñó e implementación de un plan de mantenimiento en una empresa metal mecánica en Chile, tuvo como objetivo general el diseño e implantación del plan de mantenimiento a la falla de los equipos estableciendo parámetros que permitan reducir los tiempos a fallas, maximizando la confiabilidad y disponibilidad de los equipos. El primer paso es obtener la información histórica de los equipos de la empresa metal mecánica, se realizó la descripción de los equipos por lo tanto el plan de mantenimiento corresponde a tablas de inspección y fichas de mantención permitiendo disminuir las fallas de los equipos. En conclusión, el plan de mantenimiento se diseñó en base a la confiabilidad y disponibilidad de los equipos clasificando en crítico y no critico generando un trabajo máximo teniendo un incremento productivo en la empresa cumpliendo las actividades programadas.

Rocha (2017), realizó un estudio del proceso preventivo y su índice en la disponibilidad de las máquinas de soldar de la empresa construcciones metalmecánicas GOMEZ ubicada en el sector de Tababela-Quito, el objetivo principal de la investigación fue estudiar el proceso de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de máquinas de soldar de dicha empresa. Se obtuvo como datos las paradas históricas de las máquinas de soldar, analizar el plan de mantenimiento actual y el traslado de los equipos para completar las tareas programadas. Las falas de detectaron por el método AMEF (Análisis de Modo de Efecto de Falla), se determinó que la disponibilidad es de 86%, rendimiento 14% y calidad de 84%. La investigación determinó que él estudió del proceso

de mantenimiento preventivo es de gran importancia para satisfacer las necesidades de los clientes.

Ramos (2017), propuso aumentar la disponibilidad mediante la implantación de un plan de mantenimiento preventivo a las máquinas de la empresa ATLANTA METAL DRILL S.A.C. Esta investigación se realizó en el Departamento La Libertad, en el cual garantizó el aumento de la disponibilidad de los diferentes equipos del área de maestranza de la empresa. Para obtener los datos se tomó la base de datos de la empresa sobre la información del historial, tiempos de fallas de las máquinas. Los equipos se sometieron al análisis de criticidad dando como resultado los equipos críticos con los resultados de la fresadora 78.8%, torno paralelo 73.62% y vertical 63.84%, contando con una baja disponibilidad del torno paralelo y vertical de 84.4% y fresadora de 86%; después que se implementó el plan de mantenimiento se con actividades rutinarias, semanales y trimestrales aumentó la disponibilidad en un 10% mejorando el rendimiento de las máquinas. Se concluyó al implementar el programa de mantenimiento preventivo se logró mejorar las condiciones de funcionamiento detectando las fallas potenciales que ocasionan las paradas en la producción, los costos de mantenimiento correctivo fueron de 99, 471 nuevos mientras los costos de mantenimiento preventivo fueron de 60, 812 nuevos oles disminuyendo un 61.14% de los costos iniciales.

García (2014), propuso implementar una gestión de mantenimiento preventivo para reducir costos por mantenimiento y aumentar la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria de maestranza y montacargas de la empresa METALMECANICA L&S NASSI S.A.C. Tuvo como objetivo aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los diferentes equipos y maquinaria productiva de la empresa metalmecánica debido que solamente se empleaba mantenimiento correctivo en las instalaciones en el cual se perdía tiempo productivo y gastos en reparaciones que conlleva a pérdidas económicas por mantenimiento. Para alcanzar los objetivos programados se recolectó información del historial de fallas de todas las maquinarias en el área de maestranza en el cual se sometieron a análisis de criticidad para identificar máquinas de mayor riesgo y aplicar el plan de mantenimiento preventivo. El antiguo plan de mantenimiento tuvo los siguientes resultados disponibilidad de 85.9%, confiabilidad de 93.7% y mantenibilidad de 31%. Se implementó el plan de mantenimiento preventivo en el cual se eliminaron fallas y aumentó el TEF (Tiempo entre fallas) por consiguiente después de aplicar el plan se obtuvo los siguientes valores 91.1% disponibilidad,

33.7% mantenibilidad y 96.10% de confiabilidad, reduciendo los costos en 4000 N.S aproximadamente.

Gómez (2012), diseñó de un sistema de Gestión de Mantenimiento para el taller mecánico de la empresa Grupo TRANSPESA S.A.C. Para mejorar los indicadores de mantenimiento debido al bajo nivel productivo que se encuentran. Se recolectó la información de la base de datos del departamento de mantenimiento. La productividad anterior del sistema de gestión era de 87.5%, las tareas de mantenimiento se realizaban en 75%, las horas extras de mantenimiento era de 12.5%, mantenibilidad de las máquinas era de 4.7%; al implementar la gestión de mantenimiento la productividad aumentó en 6.25%, el cumplimiento de las órdenes de trabajo en 91.66%, se redujo el promedio de horas extras en 10.41% y la mantenibilidad disminuyó en 0.45%. Al mejorar los porcentajes de mantenimiento se procedió a cambiar el sistema anterior.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Gestión de mantenimiento**

La gestión de mantenimiento es el conjunto de actividades de planificación y control que se deben efectuar para aumentar la disponibilidad y efectividad de la infraestructura requerida destinada al sistema de producción. Su propósito es optimizar la funcionalidad de los componentes de la infraestructura deseando contribuir a la efectividad de las operaciones unitarias de la organización. (Márquez, 2010)

#### **1.3.2. Mantenimiento**

Según la norma francesa AFNOR NF X 60-010, “es el conjunto de acciones que permiten conservar o restablecer un bien a un estado especificado o a una situación tal que puede asegurar un servicio determinado”. (BSgrupo, 2018).

El mantenimiento, es un estado de aptitudes, en el cual se toma como base principal las diferentes ramas de ciencias destinadas a alertar o prevenir las diferentes contingencias que se presentan en la producción. Por eso, el responsable que planifique las diferentes actividades de mantenimiento que debe de estar capacitado en los diferentes conocimientos técnico- científico adaptándose al plan favoreciendo a detectar los puntos vulnerables o

críticos que puedan presentarse en los componentes de las maquinas o equipos sometidos a trabajo continuo. (SEAS, Estudios Superiores, 2015).

### **1.3.3. Tipos de mantenimiento**

#### **- Mantenimiento correctivo**

Según la norma X 60 010 de AFNOR, Es el conjunto de actividades realizadas después del fallo de un bien o deterioró de su función, para permitir que cumpla su aplicación”, es decir, este mantenimiento se realiza con posteridad a la aparición del fallo”. (SEAS, Estudios Superiores, 2015).

Esta actividad o tipo de mantenimiento no es recomendable debido a que su función o norma principal es de anticiparse a las diferentes averías o fallos que se produce en pleno funcionamiento evitando en la medida que lleguen a producirse. Por lo general las diferentes empresas llegan a tener acciones correctivas debidas que es físicamente imposible cumplir el cien por ciento de actividades de prevención teniendo como consecuencia una falla. (Calloni, 2007)

#### **- Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo se planifica o se proyecta los diferentes fallos o avería basado en la programación de las actividades de prevención o intervención. (SEAS, Estudios Superiores, 2015).

El mantenimiento preventivo es el cumplimiento de una planificación de inspecciones diarias, semanales, trimestrales y anuales programadas sobre los diferentes activos de las áreas de una empresa y los equipos, con la finalidad de detectar un sin número de fallas o condiciones inadecuadas de sus componentes o elementos ocasionando paradas inesperadas o deterioros de leve y elevada gravedad de las máquinas, equipos o instalaciones; realizando permanente la vigilancia del mantenimiento implementado en la planta evitara dichas causas, mediante la reparaciones en las fallas latentes que se encentraran en las primeras etapas de su desarrollo . (Ríos, et al. (2018).

#### 1.3.4. Indicadores de mantenimiento

##### - **Mantenibilidad**

Se define como la probabilidad de que el equipo después del fallo o avería sea puesto en estado de funcionamiento en un tiempo dado”, es decir es el tiempo medio en el cual se reparar un porcentaje fijo de fallos. Su simbología es el MTTR (Mean Time to Repair) o TMDR (Tiempo medio de Reparación).

De modo, la mantenibilidad es la función de distribución a la probabilidad, y se denota por M(t) expresado de tal manera. (González, 2005).

$$M(t) = \left( 1 + e^{\frac{-\mu * T}{100}} \right) * 100\% \text{-----} (1.1)$$

Dónde:

M (t): Mantenibilidad [%].

T: Tiempo total de estudio [Hrs].

$\mu$  : Tasa de reparaciones (número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo)  $\left[ \frac{\text{reparaciones}}{\text{Hr}} \right]$ .

$$\mu = \frac{1}{\text{TMPR}} \text{-----} (1.2)$$

Dónde:

TMPR: Tiempo medio para reparar [Hrs].

##### - **Disponibilidad**

Es la probabilidad, en el tiempo, de garantizar un servicio requerido es decir “es el porcentaje de equipos o sistemas útiles en un determinado momento”. Es decir, se pretende identificar la capacidad de funcionamiento de un equipo en el momento que se necesitó;” se define y se denota por D(t) como la probabilidad de estar en uso un dispositivo equipos o sistema en un instante deseado”. (González, 2005).

$$D(t) = \left( \frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}} \right) * 100\% \text{-----} (1.3)$$

Dónde:

D (t): Disponibilidad [%].

TMEF: Tiempo medio entre fallas [Hrs].

TMPR: Tiempo medio para reparar [Hrs].

- **Tiempo medio entre fallas (TMEF)**

Es el tiempo promedio que se transcurre entre una falla y la siguiente falla. Si va aumentando el intervalo del tiempo será más confiable el equipo o accesorio de la maquinaria.”. (González, 2005).

$$TMEF = \frac{TEF}{\#defallas} \text{-----} (1.4)$$

- **Tiempo medio para reparar (TMPR)**

Es el tiempo promedio tomado para reparar las diferentes fallas que se han localizado en el equipo o los accesorios.”. (González, 2005).

$$TMPR = \frac{TPR}{\#defallas} \text{-----} (1.5)$$

- **Tiempo para reparar total (TPR)**

$$TPR = \text{Tiempo total por fallas} \frac{Hrs}{semestre} \text{-----} (1.6)$$

- **Tiempo entre fallas total (TEF)**

$$TEF = N^{\circ} \text{ de horas estudiadas} - TPRT \text{-----} (1.7)$$

### 1.3.5. Análisis de criticidad

El conjunto de equipos no tiene la misma consideración en una planta industrial. Es entendible que algunos equipos son más importantes que otros; “como los recursos de una

empresa para mantener una planta son limitados”, se recomienda destinar la inversión o recursos a los equipos más importantes, dejando de menor importancia a los equipos que no influyen mucho en los resultados de producción o de calidad en una empresa.” (González, 2005).

- **Equipos críticos**

Son el conjunto de equipos que al tener paradas inesperadas o mal funcionamiento afectan de mayor importancia en los resultados de la empresa. (García, 2010).

- **Equipos importantes**

Son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las consecuencias son recuperables. (García, 2010)

- **Equipos prescindibles**

Son aquellos que no perjudican los resultados de producción, vienen a ocasionar pequeñas incomodidades, algún pequeño cambio de escasa trascendencia o el pequeño coste adicional al producto. (García, 2010)

### **1.3.6. Análisis modal de fallos y efectos (amef)**

Es un método cualitativo el cual permite relacionar de manera sistemática la relación de fallos posibles, con sus siguientes efectos, resultando de fácil aplicación para poder analizar cambios en el diseño o modificaciones en el proceso. (INSHT, 2004).

#### **Términos fundamentales del AMFE**

##### **Producto**

Puede ser una pieza, un conjunto de piezas, el producto final obtenido de un proceso o incluso el mismo proceso. (INSHT, 2004)

##### **Detectabilidad**

Durante el proceso se produce un fallo defectuoso, se trata de averiguar cuán probable es que no lo detectemos, pasando a etapas posteriores, generando los siguientes problemas y llegando en último término a afectar al cliente (usuario final). Cuanto más difícil sea detectar el fallo existente y más se tarde en detectar lo más importante puede ser las consecuencias del mismo. (INSHT, 2004).

**Frecuencia**

Mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo. (INSHT, 2004).

**Gravedad**

Mide el daño que provoca el fallo. También cabe considerar el daño máximo esperado, el cual va asociado a su probabilidad de generación. (INSHT, 2004).

**Índice de prioridad de riesgo**

Es el producto de los tres factores (frecuencia, gravedad, detectabilidad) que lo determinan. Dado que tal índice va asociado a la prioridad de intervención. Este índice debe ser calculado para todas las causas de fallo. No se establece un criterio de clasificación de tal índice. Cuando un IPR es inferior a 100 no requeriría intervención salvo que la mejora fuera fácil de introducir y contribuyera a mejorar aspectos de calidad del producto, proceso o trabajo. (INSHT, 2004).

**1.4. Formulación de problema**

¿De qué manera la implementación del sistema de gestión en mantenimiento usando la técnica del AMEF en el área de maestranza mejorará la disponibilidad de los equipos en la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.?

**1.5. Justificación del estudio**

Se justificación social de la siguiente investigación es fomentar la participación de todos los empleados destinados en el área de maestranza debido que se respetaran y se tomara más conciencia de las actividades programadas de mantenimiento dentro de la empresa asegurando el buen desempeño de la producción y orden en el trabajo.

Su justificación teórica es realizar un sistema de gestión de mantenimiento empleando el análisis de modo y efecto de fallas en los diferentes equipos de maestranza, para aumentar su disponibilidad en las horas trabajadas de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L. Permitirá conocer las incidencias o fallas recurrentes de los equipos en el área de maestranza y buscar la manera más óptima de disminuirlas las fallas constantes de los equipos y maquinaria.



Su justificación económica favorecerá a la empresa en hacer un uso eficiente de sus diferentes recursos permitiendo aumentar la productividad y disponibilidad de los equipos y maquinaria, disminuyendo los costos de mantenimiento, paradas repentinas de línea de producción, potenciará el rendimiento operacional de las maquinas anticipándose a los posibles problemas.

Su justificación ambiental es debido que en la actualidad se tomando mayor relevancia al cuidado del ecosistema en el cual este plan de mantenimiento aportar a la disminución de contenidos por aceites, gases de los equipos, temperaturas y contaminación sonora que intervienen los ruidos de operación en el área de maestranza.

## **1.6. Hipótesis**

Implementar el sistema de gestión de mantenimiento y aplicando la técnica del AMEF en el sistema de gestión de mantenimiento aumentara la disponibilidad de los equipos en un promedio de 15% con el ahorro de 40,000 nuevos soles aproximadamente en los costos de mantenimiento de la empresa metal-mecánica BONA SAC, según García (2012) y Álvarez (2018).

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. General**

- Diseñar e implementar sistema de gestión de mantenimiento empleando la técnica del AMEF en el área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L en la fabricación de carrocerías metálicas

### **1.7.2. Específicos**

- Descripción actual de las actividades mecánicas del área de maestranza de la empresa BONA SAC
- Calcular los indicadores de mantenimiento: Disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.

- Realizar el diagnóstico de los equipos en el área de Maestranza empleado el análisis de criticidad para identificar equipos y maquinaria críticos.
- Establecer el Sistema de Gestión de Mantenimiento en base a la técnica del AMEF identificando las fallas potenciales en la maquinaria del área de maestranza, programar las frecuencias de inspecciones y diseñar los formatos de control.
- Calcular los indicadores de mantenimiento: Disponibilidad, Mantenibilidad y costos con la implementación del plan de Mantenimiento en la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.
- Determinar los costos de mantenimiento planificado de las máquinas y equipos para aumentar la rentabilidad del área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.

## **II. MARCO METODOLÓGICO**

### **2.1. Diseño de investigación**

#### **Metodología**

El método que se emplean en la investigación es experimental

#### **Tipo de estudio**

De acuerdo a la orientación: Aplicada

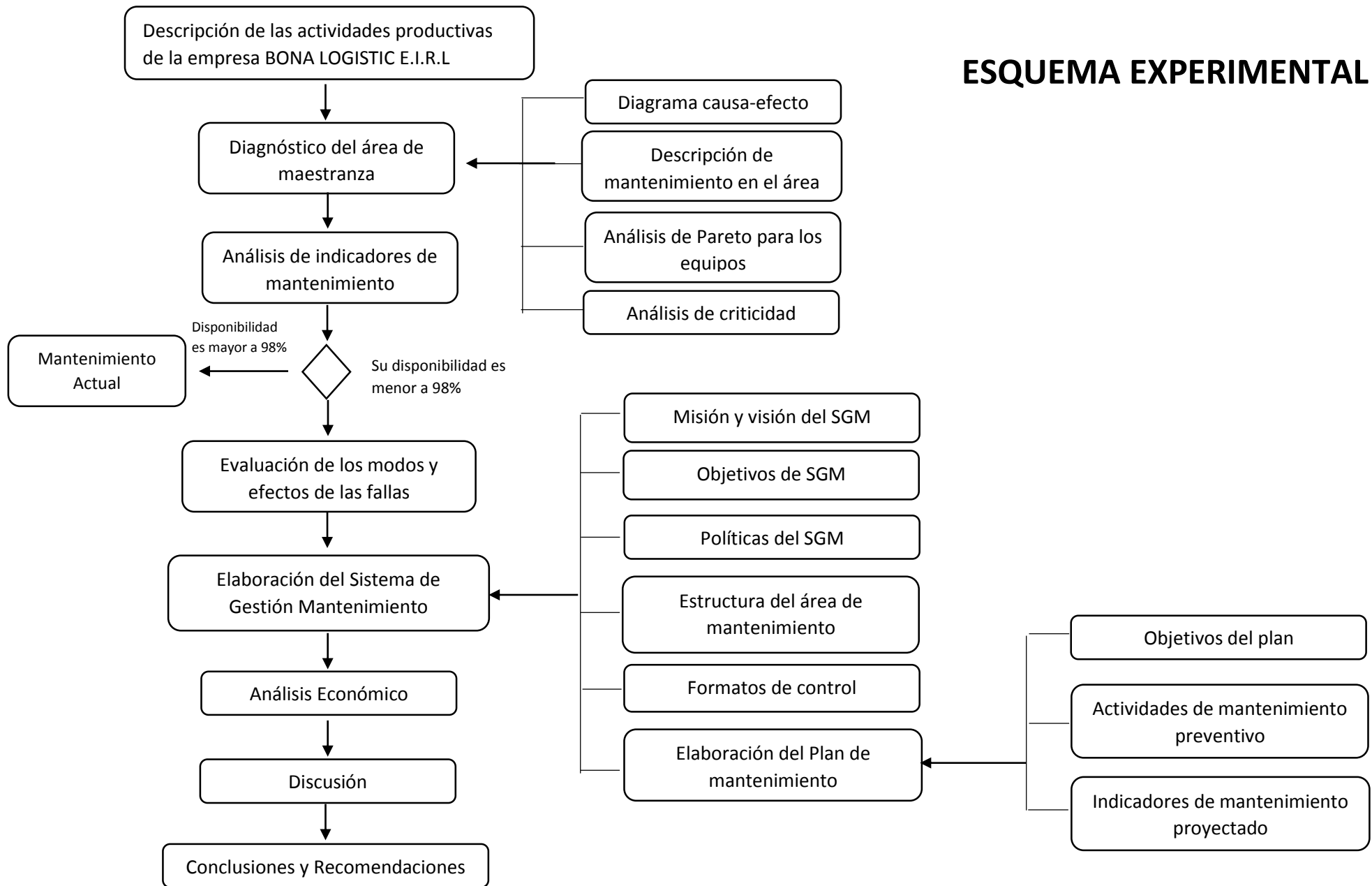
De acuerdo a la técnica de contrastación: Explicativa

#### **Diseño**

De acuerdo a la orientación: Aplicada

De acuerdo a la técnica de contrastación: Explicativa

## ESQUEMA EXPERIMENTAL



## 2.2. Variables

### Variable independiente

- Sistema de gestión de mantenimiento
- AMEF (Análisis de modo de fallas)

### Variable dependiente

- Disponibilidad
- Costos de mantenimiento

### 2.2.1. Operacionalización de variables

**Tabla 1.** Cuadro de operacionalización de variables.

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Sistema de Gestión de mantenimiento	Planificar, dirigir y organizar los recursos materiales, humanos e informáticos dirigidos al buen funcionamiento, reparación y aumento de vida útil de los equipos	Organizar las actividades productivas para aumentar la disponibilidad y productividad reduciendo los costos de mantenimiento	Objetivos y políticas del S.G.M	Nominal
				Objetivos del S.G.M y Plan de mantenimiento	Nominal
				Programa de actividades	Nominal
				Fichas de inspección	Nominal
	Análisis de modos de falla, efecto y criticidad (AMEF)	Es un método cualitativo que permite relacionar los posibles fallos,	Metodología para entender el funcionamiento de un sistema y los fallos en el,	Descripción de equipos	Nominal
				Índice de prioridad de riesgo. (NPR)	(%) Intervalo
				Control de Falla	Nominal

CONTINUACIÓN TABLA 1

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Análisis de modos de falla, efecto y criticidad (AMEF)	con sus efectos, para analizar los cambios en el diseño o modificar el proceso.	ayudando brindar mejoras oportunidades de mantenimiento	Control de Falla	Nominal
	Disponibilidad	Capacidad que cuenta una máquina para trabajar sin fallar en un periodo determinado	Tiempo de buen funcionamiento de los equipos o máquinas.	$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\%$ MTBF=Tiempo promedio para fallar MTTR= Tiempo promedio para reparar	Razón
DEPENDIENTE	Costos de mantenimiento	Costos generados por mantenimiento en repuestos y mano de obra	Gatos destinados a la reparación de la maquinaria	Costos de repuesto	Razón
				Cosos Mano de obra	Razón

Fuente: Elaboración propia

### 2.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

En la presente investigación la población corresponde a todas las máquinas que cuenta la empresa BONA SAC en el área de maestranza.

- Máquina de Soldar MIG
- Máquina de soldar de Arco manual
- Pantógrafo CNC

- Torno Paralelo
- Esmeril de Sobremesa
- Prensa hidráulica
- Sierra Huincha o Sierra eléctrica
- Compresor
- Guillotina Hidráulica
- Plegadora industrial Simple
- Plegadora de CNC
- Taladro de columna
- Tronzadora de disco abrasivo

### **Muestra**

- Maquinaria critica en la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L
- Torno paralelo
- Pantógrafo CNC
- Máquina de soldar MIG
- Plegadora industrial
- Guillotina Hidráulica

### **Muestreo**

El muestreo es un método estadístico que permite seleccionar una parte representativa de la población empleando la técnica de análisis de criticidad para identificar las maquina critica en el área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Entrevistas**

Se efectuaran entrevistas a los supervisores de mantenimiento y personal que labora en el área de maestranza con el objetivo de contar con una base de datos precisa y detallada de las fallas comunes, labores de mantenimiento y funcionamiento de los equipos con la ayuda de una serie de preguntas abiertas y aleatorias que favorecerán al realizar el

diagnóstico de la situación actual del área ver anexo 3 , a la vez con la ayuda de los trabajadores identificar las fallas críticas y comunes de los equipos.

### **Análisis Documental**

Conforma la revisión de manuales y catálogos proporcionado por los proveedores, revisión de informes, artículos científicos, tesis e información seleccionada del internet relacionado mantenimiento con la finalidad de complementar los fundamentos teóricos realizados a equipos similares que aumentaran la confiabilidad de las actividades del plan de mantenimiento.

## **2.5. Método de análisis de datos**

Se realizará una estadística descriptiva, empleando la hoja de cálculo Excel vaciando la información adquirida de la empresa sobre el historial de fallas de los equipos a la hoja de cálculo para ordenarlo y proceder a su análisis del paquete estadístico empleando las tablas de frecuencia que son diagramas de barras, grafico temporal, diagrama circular, promedios, valor máximo y mínimo.

## **2.6. Aspectos éticos**

Se considera la propiedad intelectual, las teorías, conceptos, tesis e ideas que se tomen en la presente investigación y que sean ajeas al autor serán debidamente citados para identificar la fuente de procedencia.

La recolección de información en el área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L, serán recolectados bajo una rigurosa con fidelidad debido que son tomadas únicamente para el desarrollo de esta investigación.

Los datos obtenidos del as fichas de inspección y los reportes diarios se analizará de forma prudente y respetuosa, debido que son exclusivo para el informe de tesis.

### **III. DESARROLLO**

#### **3.1. Descripción de la empresa**

##### **3.1.1. Características**

BONA LOGISTIC EIRL, es una empresa trujillana dedicada al rubro de las actividades metal mecánica, enfocándose en la calidad de sus productos que se brinda al mercado, enfocándose en la mejora continua y los servicios de post venta. El fortalecimiento y crecimiento de la empresa está basado en la combinación de 3 empresas independientes que son CONSERMET SAC, CMB servicios metálicos y 3 Marías servicio de transporte pesado, unificándose para captar diferentes inversiones privadas del sector industrial.

Se caracteriza por la constante innovación y propuesta de cambios en el sistema tecnológicos que favorecen en brindad soluciones integrales a la amplia cartera de clientes correspondiente al sector industrial. Cuenta con una amplia gama de productos de cada tipo de semi-remolque, remolque o carrocería, empleando tecnología en sistema de plasma, favoreciendo a la rapidez y precisión de los cortes en las planchas estructurales para su posterior ensamblado en el proceso de fabricación de las unidades.

##### **3.1.2. Logo de la empresa**



**FIGURA 1.** Logo de la empresa BONA LOGISTIC EIRL.



### **3.1.3. Misión**

Somos una empresa que provee soluciones integrales a necesidades de la industria metalmecánica en el Perú, a través de la fabricación y comercialización, con estándares de calidad, generando valor para sus clientes, colaboradores, proveedores y accionistas

### **3.1.4. Visión**

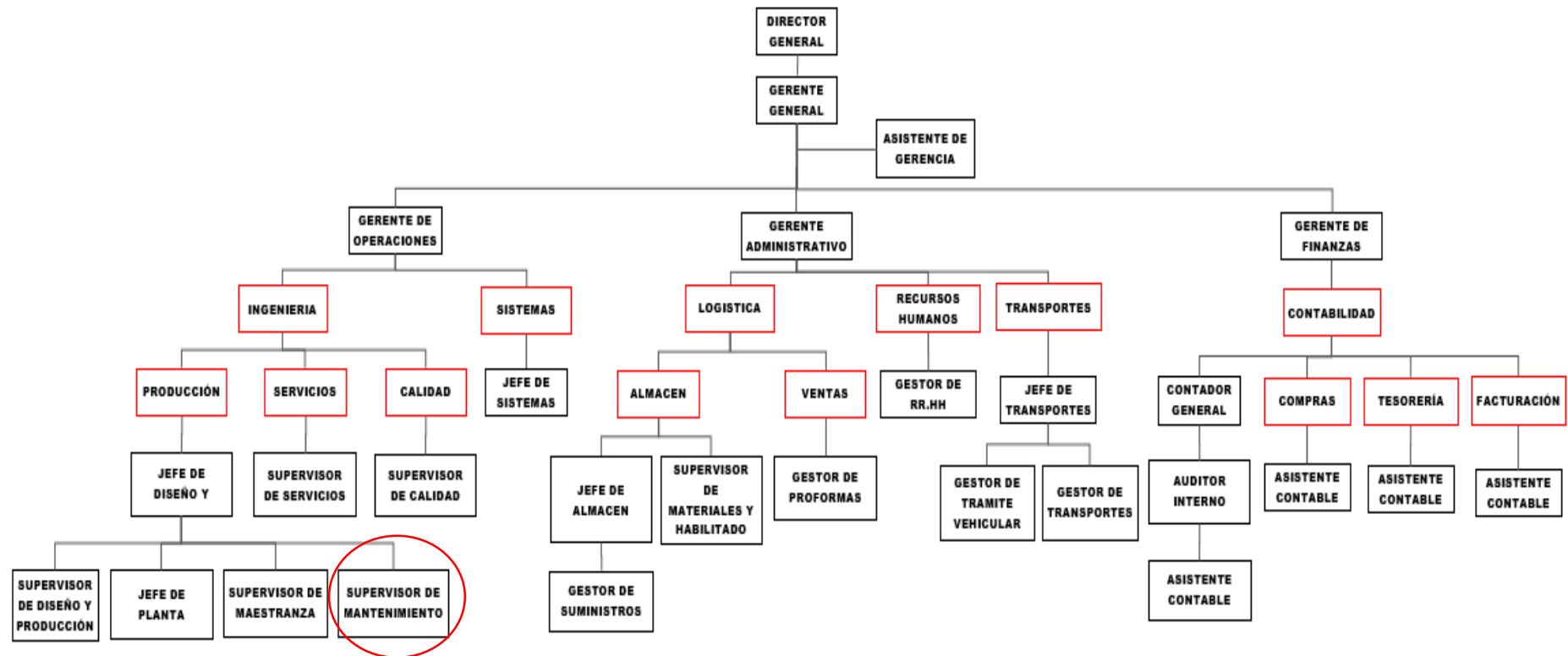
BONA LOGISTIC EIRL será al 2025, la empresa con mayor posicionamiento a nivel nacional, en la fabricación y comercialización de soluciones integrales de la industria metalmecánica, garantizando un crecimiento sostenible a través de la calidad de nuestros productos y servicios; generando rentabilidad, confianza y sofisticación para nuestros clientes y colaboradores.

### **3.1.5. Políticas de calidad**

BONA LOGISTIC EIRL, se compromete a diseñar, fabricar y comercializar diversas estructuras metalmecánicas para el sector transporte y minería, cumpliendo con el Sistema de Gestión de Calidad para la mejora continua de nuestros procesos de manufactura siendo controlados en todas sus etapas, asegurando que estos equipos cumplan los requerimientos de calidad del cliente y satisfaga las necesidades de sus clientes.

Busca el bienestar y el desarrollo de su personal, facilitando la capacitación profesional y procurando brindar mejores condiciones para todos, a fin de lograr un conjunto de personas íntegras, responsables con la sociedad, con sus clientes y con su empresa

### 3.1.6. Organigrama






**FIGURA 2.** Organigrama de la empresa BONA LOGISTIC EIR

Fuente: BONA LOGISTIC E.I.R.L

### 3.1.7. Principales productos de venta

**Tabla 2.** Principales productos.

TIPO DE CARROCERÍA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Furgones	El furgon es un tipo de carrocería que se emplea para llevar cargamente seco en un ambiente completamente cerrado evitando contacto directo de la carga con el medio ambiente.	
Plataformas	Se emplea para tranposrtar carga de diferente indole donde se almacena la carga en una paltaforma que se enceuntra t otalmente abierta, contando con una base que es capaz de soportar grandes cargas.	
Cisternas	Es un tipo de carroceria que se emplea para transportar cualquier tipo de fluido industrial.	




Fuente: Elaboración propia

### 3.1.8. Principales Clientes

**Tabla 3.** Principales clientes de la empresa BONA LOGISTIC EIRL.

EMPRESA	LOGO DE LA EMPRESA	DESCRIPCIÓN	MOTIVO DE CONTRATO
TECME PERÚ S.A.C.		Inició sus actividades el 4 de octubre del 2011 Tiene como actividad comercial el Mantenimiento y Reparación de vehículos.	Fabricación de Carrocerías Volquetes
TRANSPORTES JIRENA S.A.C.		Inició sus actividades el 22 de agosto del 2002 Tiene como actividad comercial el Transporte de carga por carretera.	Fabricación de Furgones. Servicios de Mantenimiento y reparaciones.
EMPRESA DE TRANSPORTE VIGSAN E.I.R.L.		Inició sus actividades el 01 de agosto del 2011. Ubicado en el distrito de Chiclayo Tiene como actividad comercial el Transporte de carga por carretera.	Fabricación de Furgones. Servicios de Mantenimiento y reparaciones
JP. LOGÍSTICA S.A.C.		Inició sus actividades el 20 de noviembre del 2002. Ubicado en el distrito de Lurigancho Tiene como actividad comercial el Transporte de carga por carretera.	Fabricación de Furgones. Servicios de Mantenimiento y reparaciones

CONTINUACIÓN TABLA 3.

EMPRESA	LOGO DE LA EMPRESA	DESCRIPCIÓN	MOTIVO DE CONTRATO
TRANSPORTECHNICK S.A.		Inició sus actividades el 12 de Julio de 1999. Ubicado en el distrito de San Miguel, Tiene como actividad comercial el Transporte de carga por carretera de carga liviana, pesada y de materiales peligrosos.	Fabricación de Plataformas. Servicios de Mantenimiento y reparaciones
AGRO TRANSPORTES GONZALES S.R.L.		Inició sus actividades el 23 de octubre del 2001. Ubicado en el distrito de Huanchaco, Tiene como actividad principal el transporte de carga pesada por carretera, así como el alquiler de maquinaria y equipo agropecuario	Fabricación de Furgones y Volquetes. Servicios de Mantenimiento y reparaciones
AGERSA S.R.L		Inició sus actividades el 21 de enero de 1993. Ubicado en el distrito de San Isidro Tiene como actividad comercial principal el Transporte de carga por carretera y almacenaje.	Fabricación de Cisternas

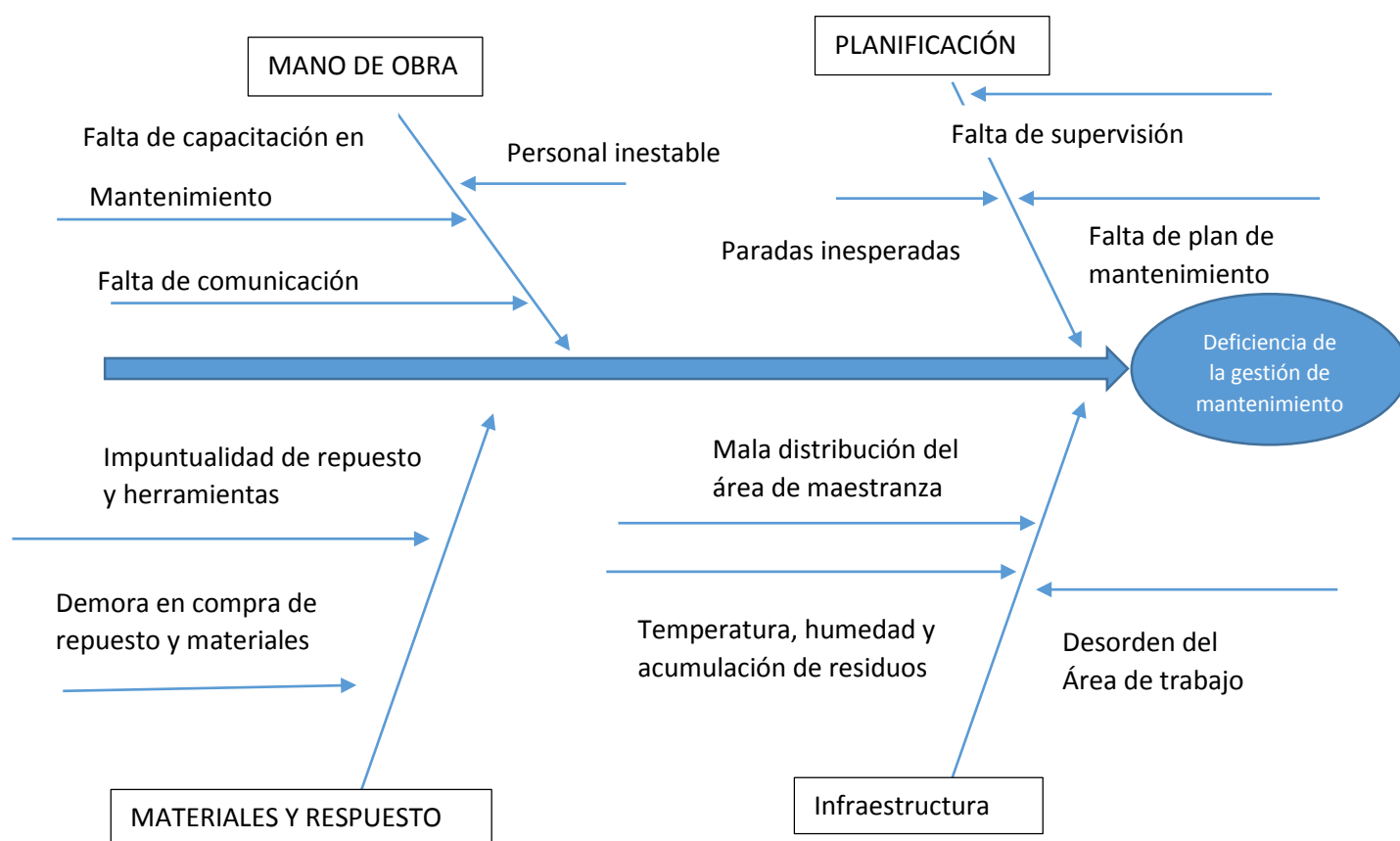
Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Diagnóstico de los equipos de maestranza

#### 3.2.1. Diagrama causa efecto

EL área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L se encontró en un estado insuficiente en la operación e identificación de las diferentes actividades de mantenimiento, resaltando el incumplimiento de los requerimientos estandarizado, el aumento de mantenimiento correctivo y el mínimo porcentaje de mantenimiento preventivo.

Se empleó el diagrama causa-efecto basándose en la similitud de ideas identificado por el personal que labora en el área de maestranza concluyendo a las siguientes causas que ocasiona una deficiente intervención de las actividades de mantenimiento.



**FIGURA 3.** Diagrama causa-efecto del área de maestranza

En la figura 3, se diseñó el diagrama causa efecto identificado por las entrevistas realizadas al personal operativo del área de maestranza que incluye al jefe del área de maestranza, supervisor del área de producción, técnicos y operarios del área de maestranza resaltando las causas posibles de los problemas que interfieren en la deficiencia en el mantenimiento

La cuantificación de las causas posibles de los problemas principales del área, donde se considera una escala de puntuación 1-10, siendo las de mayor gravedad las que se presenta a continuación.

**Tabla 4.** Principales causas de la deficiencia de gestión de mantenimiento

<b>PROBLEMA PRINCIPAL</b>	<b>PUNTUACIÓN PROMEDIO (1 A 10)</b>
<b>PLANIFICACIÓN</b>	
Falta de un sistema de gestión de mantenimiento	10
Falta de supervisión	8
Paradas inesperadas	6
<b>MATERIAL Y REPUESTOS</b>	
Impuntualidad de repuesto y herramientas	8
Demora de compra en repuestos y herramientas	10
<b>INFRAESTRUCUTRA</b>	
Desorden en el área de trabajo	7
Mala distribución	6
Temperatura, humedad y acumulación de partículas solidas	7
<b>MANO DE OBRA</b>	
Falta de comunicación	8
Falta de capacitación de mantenimiento	10
Personal inestable	9

Fuente: Elaboración propia

La representación de la puntuación obtenida por las entrevistas realizadas al personal operativo del área de maestranza, en la tabla, se identificó las causas más trascendentes o de mayor importancia que afectan de manera circunstancial a la eficiencia de las actividades de mantenimiento que se va a realizar como:

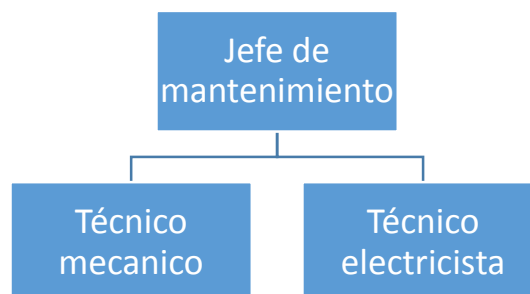
- Falta de un sistema de gestión de mantenimiento
- Demora de compra en repuestos y accesorios
- Falta de capacitación de mantenimiento
- Falta de supervisión
- Falta de comunicación

Al analizar los resultados obtenidos de las encuestas en el diagrama causa-efecto y el diagrama de Pareto, se puede identificar las causas más comunes en los servicios de mantenimiento y al implementar la gestión de mantenimiento se incrementará de manera óptima las oportunidades de mejorar en el área de maestría.

### 3.2.2. Área de mantenimiento de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

La empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L, cuenta con un promedio de 25 equipos y maquinarias distribuidas en la diferente área de la empresa. El área de mantenimiento está conformado por un jefe de mantenimiento, un técnico mecánico y un técnico electricista. La empresa está dedicada a la fabricación de carrocerías metálicas teniendo una gran dependencia de los equipos de maestría en el cual es necesario tener el 100 % de operación para cumplir los diferentes requerimientos de los clientes.

#### 3.2.2.1. Organización del área de mantenimiento



Fuente: BONA LOGISTIC E.I.R.L

**FIGURA 4.** Organización actual del área de mantenimiento de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L



## **Personal de mantenimiento**

**Jefe de Mantenimiento:** Se encarga de gestionar y garantizar el cumplimiento de los trabajos de mantenimiento de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

**Técnico Mecánico:** Ejecutar las actividades previstas en el programa semanal/mensual de mantenimiento, garantizando la operatividad de los equipos, además del buen manejo de los recursos asignados para dichos mantenimientos.

**Técnico Electricista:** Ejecutar las actividades previstas en el programa semanal/mensual de instalaciones eléctrica o fallas eléctricas de los equipos, haciendo uso adecuado de recursos asignados para dichos trabajos de mantenimientos.

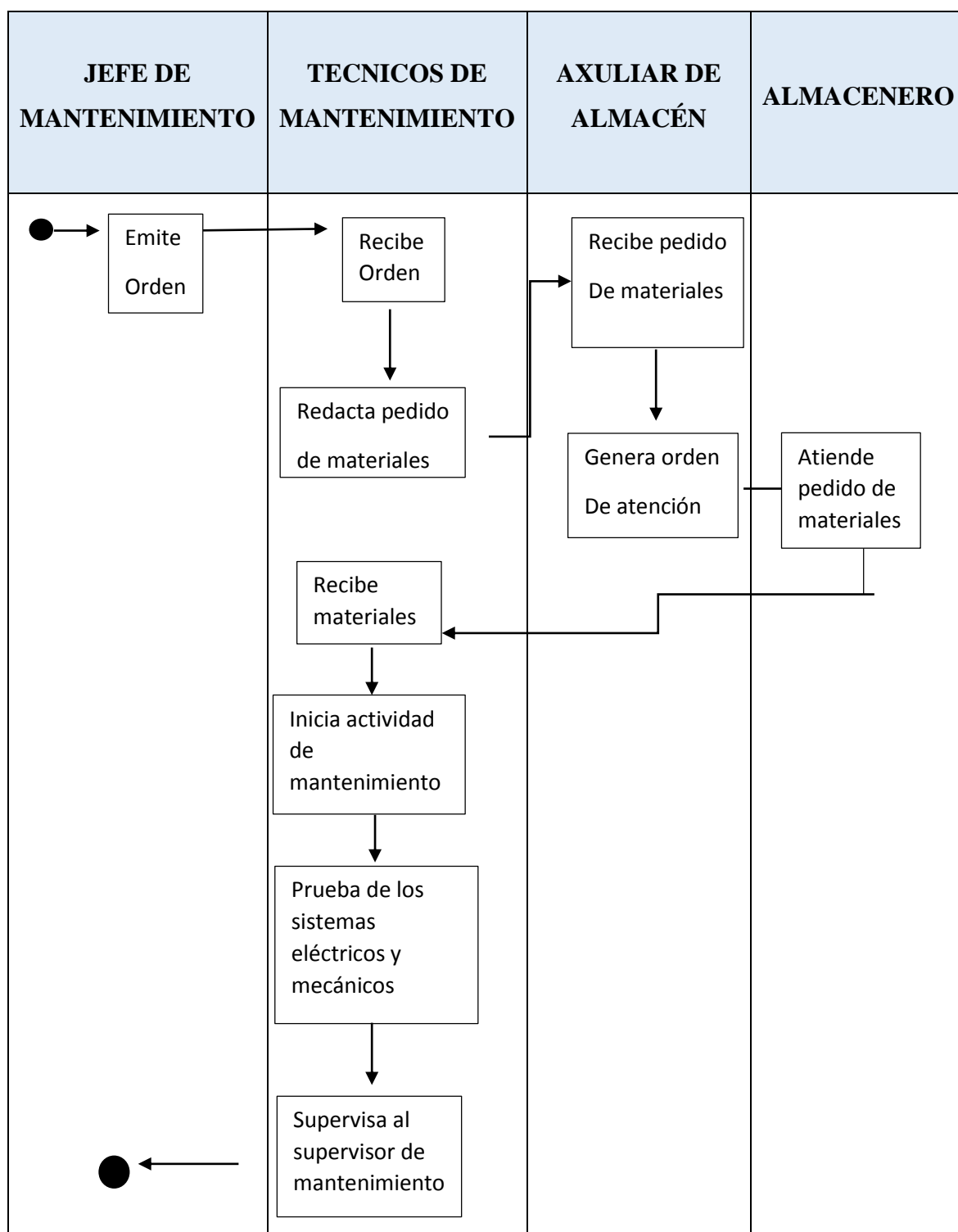
### **3.2.2.2. Procedimiento actual para la ejecución de trabajos de mantenimiento**

El equipo o maquinaria genera alguna falla o parada, los operarios informan al jefe de maestranza de lo ocurrido. El jefe de maestranza coordina con el jefe de mantenimiento.

Las actividades de mantenimiento programado son mínimas en el área de maestranza. El técnico mecánico o electricista son los encargados de recoger los repuestos o accesorios de los equipos en el área de almacén, si están todos los repuestos ejecutan el servicio de mantenimiento y si los técnicos se percatan de que la relación de accesorios o repuestos está incompleta comunican al jefe de mantenimiento para reprogramar el mantenimiento.

Si se presenta una parada imprevista el jefe de mantenimiento asigna al personal técnico que realice el diagnóstico del grado de falla que ha ocurrido. Una vez realizado el diagnóstico, si comprende de algún ajuste se da solución automáticamente. Si es necesario realizar algún cambio de componente se comunica al jefe de mantenimiento para que realice la inspección si en almacén cuenta con el repuesto, se procede al cambio y el equipo procede con sus funciones. Si almacén no cuenta tiene en stock el repuesto se comunica a logística para generar la orden de comprar del accesorio.

**Tabla 5.** Procedimiento de las actividades de mantenimiento actual.



Fuente: BONA LOGISTIC E.I.R.L

En la tabla 5, se especificas los pasaos que se tiene q realizar para generar las ordenes de trabajo en las actividades de mantenimiento por parte del jefe y/o supervisor del departamento de esta área.

### 3.2.3. Análisis de Pareto para los equipos y maquinaria

Los equipos y maquinarias del área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L, se encuentran diferenciados por secciones: Mecánica de banco, soldadura, doblado y cortado, mostrándose a continuación:

**Tabla 6.** Máquina de sección de banco

Sección	Maquinaria	Código	Unidad
Mecánica de bancos	Torno Paralelo	TOR-001	1
	Taladro Columna	TCOL-002	1
	Esmeril de sobremesa	ESOB-001	1

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7.** Maquinaria de sección de doblado y corte

Sección	Maquinaria	Código	Unidad
Doblado y Corte	Prensa Hidráulica	PH-001	1
	Sierra Huinche eléctrica	SH-001	1
	Pantógrafo CNC	PAN-001	1
	Guillotina Hidráulica	Gh-001	1
	Plegadora Hidráulica	PLH-002	1

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8.** Máquinas de sección de Soldado y otro.

Sección	Maquinaria	Código	Unidad
Soldadura y otro	Máquina de Soldar Mig Soldamax	SOL-005	1
	Máquina de Soldar Arco Manual	MAL-003	1
	Compresor de tornillo	CP-001	1

Fuente: Elaboración propia

El área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L, contó con un total de 11 máquinas que se encontraron distribuidas de acuerdo a sus características de funcionamiento, de los cuales se seleccionaron las maquinarias que contenían un mayor índice de fallas, realizando diagnósticos y análisis de datos que se representan en el Gráfico de Pareto.

### 3.2.3.1. Numero de fallas por Secciones

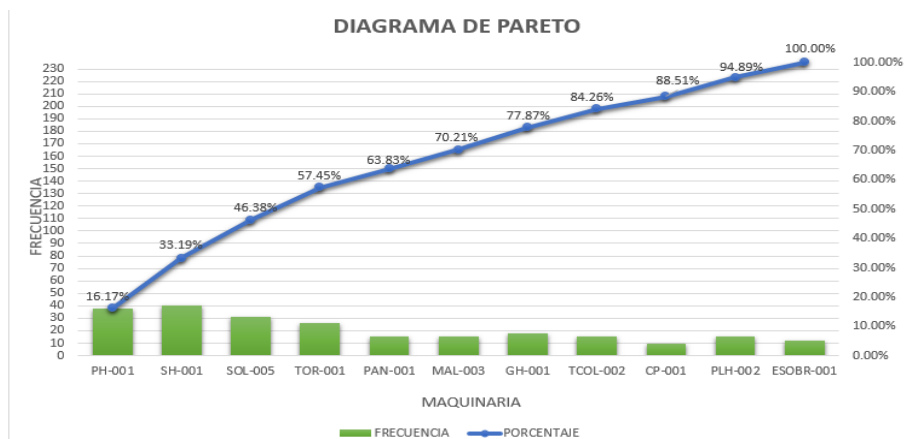
Se procedió a detallar la cantidad de fallas de las maquinarias distribuidas en el área de maestranza, con la ayuda de la base de datos registrado por la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L, en el lapso de un año (Mayo del 2017 a Mayo del 2018).

**Tabla 9.** Frecuencia de fallas en el área de maestranza.

Maquinaria	Código	N° de fallas	%	ACUMULADO	%ACUMULADO
Pantógrafo CNC	PH-001	38	16.17%	38	16.17%
Guillotina Hidráulica	SH-001	40	17.02%	78	33.19%
Máquina de Soldar Mig Soldamax	SOL-005	31	13.19%	109	46.38%
Torno Paralelo	TOR-001	26	11.06%	135	57.45%
Plegadora Hidráulica	PAN-001	15	6.38%	150	63.83%
Compresor de tornillo	MAL-003	15	6.38%	165	70.21%
Sierra Huinche eléctrica	GH-001	18	7.66%	183	77.87%
Taladro Columna	TCOL-002	15	6.38%	198	84.26%
Máquina de Soldar Arco Manual	CP-001	10	4.26%	208	88.51%
Prensa Hidráulica	PLH-002	15	6.38%	223	94.89%
Esmeril de sobremesa	ESOB-001	12	5.11%	235	100.00%
<b>TOTAL</b>		<b>235</b>	<b>100.00%</b>		

Fuente: Elaboración propia

Al identificar el número de fallas de la maquinaria distribuidas en el área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L, se realizó el diagrama de Pareto, para identificar la maquinaria más crítica dentro del área de maestranza y poder realizar el sistema de gestión de mantenimiento.



**FIGURA 5.** Diagrama de Pareto, número de fallas equipos de maestranza

Se observa en la figura 5, el diagrama de Pareto, los equipos y maquinaria con mayor índice de paradas o fallas más representativo del área de maestranza con una frecuencia acumulada son el Pantógrafo CNC 27.87%, guillotina hidráulica 46.31%, torno paralelo 63.11% y plegadora hidráulica 79.51%.

### 3.2.4. Análisis de Criticidad

Para identificar cuáles son los equipos en el cual se va a dar mayor énfasis y supervisión en la implantación del programa de mantenimiento preventivo, se necesita evaluar la criticidad de los diferentes equipos del área de maestranza con respecto a la producción, calidad, mantenimiento y seguridad.

Las pautas para desarrollar el análisis de criticidad en cada uno de los equipos están basando en los siguientes puntos:

#### 3.2.4.1. Producción

Tasa de utilización

**Tabla 10.** Valores para la tasa de marcha

CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA
4	>80 %
2	Entre 50 y 80 %
1	<50 %

Fuente: Sierra, 2004

Equipo auxiliar: Indica que posibilidad existen para recuperar la producción con otro equipo

**Tabla 11.** Valores para equipo auxiliar

CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA
5	Sin posibilidad de reemplazo. Única existencia.
4	Equipos de la misma clase en el proceso productivo.
1	Equipo con duplicado

Fuente: Sierra, 2004

Influencia del equipo en el proceso de producción

**Tabla 12.** Valores de influencia del equipo en el proceso.

CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA
5	Paro del proceso de producción.
4	Influencia importante
2	Influencia relativa
1	No interviene en el proceso principal

Fuente: Sierra, 2004

#### 3.2.4.2. Calidad

Influencia del equipo en la calidad final del producto.

**Tabla 13.** Valores para la influencia en la calidad final del producto.

CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA
5	Decisiva
4	Importante
2	Sensible
1	Nula

Fuente: Sierra, 2004

### 3.2.4.3. Mantenimiento

Costo mensual de mantenimiento

**Tabla 14.** Valores según costo mensual de mantenimiento.

CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA
4	>S/. 1500
2	S/ 500 – 1499
1	< S/. 499

Fuente: Sierra, 2004

Número de horas de paradas por averías en el mes

**Tabla 15.** Valores para el número de horas de paro por mes.

CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA
4	Mayor 3 horas
2	Entre 1 a 3 horas
1	Menor 1 hora

Fuente: Sierra, 2004

Grado de especialización del equipo

**Tabla 16.** Valores según grado de especialización del equipo.

CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA
4	Especialista
2	Normal
1	Sin especialidad

Fuente: Sierra, 2004

#### 3.2.4.4. Seguridad

Influencia del equipo con respecto a la seguridad industrial y medio ambiente.

**Tabla 17.** Valores para seguridad

CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA
5	Riesgo mortal
4	Riesgo para la instalación
2	Influencia relativa
1	Sin influencia

Fuente: Sierra, 2004

Con la suma de todas las puntuaciones se establecen tres grupos de criticidad:

- **Índice de criticidad entre 25 y 35:** Equipos y maquinaria critico en los cuales se tomará mayor supervisión en el programa de mantenimiento preventivo
- **Índice de criticidad entre 16 y 24:** Equipos de importancia media, que en un determinado momento pueden llegar a ser críticos. A este aglomerado de equipos y maquinaria se realizará las inspecciones diarios semanales y trimestrales para realizar el control de las actividades de mantenimiento.
- **Índice de criticidad menor a 15:** Relacionado a los equipos secundarios, pueden ser sometidos a un programa de mantenimiento.



**Tabla 18.** Matriz de criticidad para la maquinaria y equipos del área de maestranza la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

CODIGO AVM	EQUIPO	PRODUCCIÓN			CALIDAD	MANTENIMIENTO			SEGURIDAD	VALOR DE CRITICIDAD
		Tasa de marcha	Equipo auxiliar	Influencia sobre el proceso	Influencia en la calidad del producto	Costo mensual de mantenimiento	Horas paro (mes)	Grado de especialista	Influencia en la seguridad o medio ambiente	
PAN-01	Pantógrafo CNC	4	5	5	5	4	4	4	5	36
PLH-02	Plegadora Hidráulica	2	5	4	5	2	4	4	4	30
GH-01	Guillotina Hidráulica	2	4	4	5	4	4	2	5	30
TOR-01	Torno Paralelo	2	5	3	4	4	4	2	4	26
CP-01	Soldar MIG	4	5	5	2	2	2	2	2	25
SOL-05	Compresor de tornillo	2	2	3	2	2	2	2	2	17
SH-01	Sierra eléctrica	2	3	2	2	2	1	1	2	15
MAL-03	Arco Manual	2	1	3	2	2	1	2	2	15
PH-01	Prensa Hidráulica	3	2	2	2	2	2	1	1	15
TCL-02	Taladro Columna	3	2	1	2	1	1	1	1	12
ESB-01	Esmeril de sobremesa	2	2	1	1	1	1	1	1	10

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.5. Indicadores de mantenimiento

**Tabla 19.** Indicadores de mantenimiento

INDICADOR	ABREVIATURA	FORMULA
Tiempo total de Operación	TTO (Hras)	Horas de producción total
Tiempo total de reparación	TTR (Hras)	Horas de para o reparación
Tiempo disponible de operación	TBF (Hras)	TBF= Tiempo de operación – tiempo de reparación
Tiempo promedio de reparación	TMPR (Hras)	$TMPR = \frac{\text{Horas.de.parada}}{N^{\circ} \text{ fallas}}$
Tiempo promedio entre fallas	TMEF (Hras)	$TMEF = \frac{\text{Tiempo.disponible.de.operación}}{N^{\circ} \text{ fallas}}$
Evaluación de la tasa de fallas	$\lambda$ (Fallas/ Hrs de operación)	$\lambda = \frac{1}{TMEF}$
Evaluación de la tasa de reparación	$\mu$ (fallas / horas reparación)	$\mu = \frac{1}{TMPR}$
Disponibilidad	D(%)	$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$
Confiabilidad	C (%)	$C = (e^{\lambda * t} - \frac{\lambda * t}{100}) * 100$
Mantenibilidad	M (%)	$M = (1 - e^{\mu * t} - \frac{\mu * t}{100}) * 100$

Fuente: Elaboración propia

#### 3.2.5.1. Indicadores de mantenimiento actuales del área de maestranza

Con los indicadores de mantenimiento representados en la tabla 24, se realizó el cálculo, tomando en cuenta lo siguiente:

- Periodo de estudio de un año (junio del 2017 a junio del 2018).
- En el tiempo total de operación (TTO), se tomó 7 horas de trabajo al día, seis días a la semana, haciendo un total de 13 meses con 2184 horas en el año establecido en el pantógrafo CNC, Guillotina hidráulica, Plegadora hidráulica, y máquina de soldar MIG- MAG.

Establecido las condiciones de entrada, se señala a continuación los resultados de los indicadores de mantenimiento para el periodo de estudio.

**Tabla 20.** Indicadores de mantenimiento actuales del área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

MAQUINA	N° FALLA	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO	TIEMPO TOTAL REPARACIÓN	TIEMPO OPERACIÓN	TMPR	TMEF	TASA REPARACIÓN (μ)	TASA DE FALLAS (λ)	DISPONIBILIDAD (%)	CONFIABILIDAD (%)	MANTENIBILIDAD (%)
Pantógrafo CNC	38	2184	423	1761	11.13	46.34	0.08	0.021	83.07%	63.12%	82.44%
Guillotina Hidráulica	40	2184	459	1725	11.48	43.12	0.087	0.0232	78.97%	60.1%	85.06%
Plegadora Hidráulica	20	2184	159	2025	7.95	101.3	0.125	0.0098	92.27%	81.06%	93.47%
Torno Paralelo	26	2184	314	1870	12.08	71.92	0.083	0.014	92.03%	73.35%	83.78%
Compresor de tornillo	15	1512	100	1412	6.67	94.13	0.15	0.011	93.38%	85.21%	89.98%
Soldar MIG	31	2184	287	1897	9.26	61.19	0.11	0.016	86.86%	70.47%	90.93%
Sierra eléctrica	18	1344	95	1249	5.27	69.3	0.18	0.014	92.9%	83.53%	91.1%
Soldar Arco Manual	15	560	68	492	4.5	32.5	0.22	0.031	87.86%	84.37%	70.77%
Prensa Hidráulica	10	392	28.2	363.8	2.82	36.38	0.35	0.027	92.8%	89.58%	74.64
Taladro Columna	15	1008	97	911	6.46	60.73	0.15	0.016	90.4%	85.21%	77.96%
Esmeril de sobremesa	12	576	52	524	4.3	43.7	0.23	0.022	91.04%	88.16%	73.28
<b>PROMEDIO ÁREA DE MAESTRANZA</b>									<b>89.24%</b>	<b>78.56%</b>	<b>83.03%</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.6. Aplicar técnica de análisis de modo y efecto de fallas (Amef) en los equipos críticos, para identificar el modo, causa y efecto que origina la falla

Se realizó la técnica del AMEF (Análisis de modo y efecto de falla) para identificar y diagnosticar los problemas comunes que presentan los equipos críticos tabulados con las siguientes tablas 21, 22 y 23. Se logró identificar el nivel de prioridad de riesgo (NPR) para realizar los periodos de las actividades de mantenimiento para minimizar las fallas con mayor frecuencia ocasionando una baja disponibilidad de los bienes de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.

**Tabla 21.** Determinar el grado de severidad

EFEECTO	RANGO	CRITERIO
No	1	Sin efecto.
Muy poco	2	Poco efecto en el desempeño del sistema.
Poco	3	Poco efecto en el desempeño del sistema.
Menor	4	Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Moderado	5	Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Significativo	6	El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo.
Mayor	7	Articulo inoperable, pero a salvo.
Extremo	8	El desempeño del artículo se ve seriamente afectado. Pero es funcional y está a salvo.
Serio	9	Capaz de discontinuar el uso sin perder tiempo, dependiendo de la falla.
Peligro	10	Seguridad relacionada – falla repentina.

Fuente: Rocha ,2004

**Tabla 22.** Determinar el grado de ocurrencia

<b>OCURRENCIA</b>	<b>RANGO</b>	<b>CRITERIOS</b>	<b>PROBABILIDAD DE FALLA</b>
Remota	1	Falla improbable. No existe fallas	<1 en 1,500,000
Muy poca	2	Solo fallas aisladas asociadas con este proceso.	1 en 150,000
Poca	3	Fallas aisladas asociadas a este proceso similar.	1 en 30,000
Moderada	4	En este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales.	1 en 4,500
	5		1 en 800
	6		1 en 150
Alta	7	Este proceso o uno similar han fallado a menudo.	1 en 50
	8		1 en 15
Muy alta	9	La falla es casi inevitable.	1 en 6
	10		>1 en 3

Fuente: Rocha ,2004

**Tabla 23.** Determinar el grado de detección

<b>PROBABILIDAD</b>	<b>RANGO</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>PROBABILIDAD DE DETECCIÓN DE FALLA</b>
Alta	1	El defecto es una característica funcional obvia.	99.99%
Mediamente alta	2-5	Es muy probable detectar la falla el defecto es una característica obvia.	99.7%
Baja	6-8	El defecto es una característica fácilmente identificable.	98%
Muy baja	9	No es fácil detectar la falla por métodos usuales o pruebas manuales. El defecto es una característica oculta o intermitente.	90%
Improbable	10	La característica no se puede checar fácilmente en el proceso. Aquellas características relacionadas con la durabilidad del producto.	Menor a 90%

Fuente: Rocha ,2004

### 3.2.6.1. Número de prioridad de riesgo (NPR)

$$\text{NPR} = \text{Grado de ocurrencia} * \text{Severidad} * \text{Detección}$$

Rango de fallas aceptables, deseable e inaceptable.

- Falla inaceptable = 200 NPR a mas
- Falla deseable = entre 100-200 NPR
- Falla aceptable = entre 1-100 NPR

Para la elección de los equipos críticos se realizó el análisis de criticidad y Pareto:

- Pantógrafo CNC: valor de criticidad 36 según tabla 18, numero de fallas 68 según tabla 9 y horas de reparación 423 según tabla 20.
- Cizalla industrial: Valor de criticidad 30 según tabla 18, numero de fallas 45 según tabla 9 y 459 horas de reparación según tabla 20.
- Máquina de soldar MIG-MAG: Valor de criticidad 25 según tabla 18, numero de fallas 41 según tabla 9 y 155 horas de reparación según tabla 20.
- Torno paralelo: Valor de criticidad 36 según tabla 18, número de fallas 26 según tabla 9 y 174 horas de reparación según tabla 20.
- Plegadora Hidráulica: Valor de criticidad 30 según tabla 18, número de fallas 15 según tabla 9 y 159 horas de reparación según tabla 20.
- Compresor de tornillos: Valor de criticidad 17 según tabla 18, numero de fallas 15 según tabla 9 y 100 horas de reparación según tabla 20.
- Sierra eléctrica: Valor de criticidad 15 según tabla 18, número de fallas 18 según tabla 9 y 95 horas de reparación según tabla 20.
- Taladro columna: Valor de criticidad 12 según tabla 18, número de fallas 15 según tabla 9 y 97 horas de reparación según tabla 20.
- Máquina de soldar de arco manual: Valor de criticidad 15 según tabla 18, numero de fallas 10 según tabla 9 y 68 horas de reparación según tabla 20.
- Prensa hidráulica: Valor de criticidad 15 según tabla 18, numero de fallas 15 según tabla 9 y 28.20 horas de reparación según tabla 20.
- Esmeril de sobremesa: Valor de criticidad según tabla, numero de fallas 12 según tabla 9 y 52 horas de reparación según tabla 20.

**Tabla 24.** Aplicación del AMEF en el torno paralelo, sub- sistema de soporte, posicionamiento y bancada según el historial de fallas periodo 2017 - 2018 (Tablas anexo 1)

SUB-SISTEMA	IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	CAUSA	DAÑOS		SITUACIÓN ACTUAL					METODOS DE DETECCIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
					EFFECTO INICIALES DE INCIDENTE	EFFECTO FINALES DE ACCIDENTE	OCURENCIA	SEVERIDAD	DETECCIÓN	NPR	RESULTADO		
SOPORTE, POSICIONAMIENTO Y BANCADA	Chasis	Soportar	Desnivel	Defecto de montaje	Deformidad de pieza mecanizada	Defecto de la pieza a mecanizar	7	8	8	448	INAC.	Metrología	Modificar montaje
					Vibraciones	Ruptura de tornillo	6	8	8	384	INAC.	Análisis de vibraciones	Modificar montaje
	Guías lineales	Guiar	Desajuste	Vibraciones	Recalentamiento de motor	Baja revoluciones del tornillo	6	6	8	288	INAC.	Metrología	Alineada de guías
	Motor y servomotor	Posicionar	Conexión defectuosa	Falla humana	Quemado de motor	Parada critica	6	10	8	480	INAC.	Instrumento eléctrico	Cambio de motor
			Corto circuito	Sobre corriente	Quemado de motor	Parada critica	7	10	8	560	INAC.	Instrumento eléctrico	Cambio de motor

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 25.** Aplicación del AMEF en el torno paralelo, sub- sistema de lubricación según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1)

SUB-SISTEMA	IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	CAUSA	DAÑOS		SITUACIÓN ACTUAL					METODOS DE DETECCIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
					EFFECTO INICIALES DE INCIDENTE	EFFECTO FINALES DE ACCIDENTE	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCIÓN	NPR	RESULTADO ACTUAL		
LUBRICACIÓN	Recipiente de fluido hidráulico	Almacenar aceite	Ruptura	Golpe	Derrame de aceite	Accidente OHSAS	6	7	5	210	ACEP.	Revisión visual	Cambio de recipiente
				Contaminación	Cavitación bomba	Ruptura de bomba	7	10	7	490	INAC.	Revisión visual	Reparar bomba
	Mangueras	Transporte de aceite	Fuga de aceite	Falla humana	Derrame de aceite	Accidente OHSAS	8	7	6	336	INAC.	Revisión visual	Cambiar manguera
			Obstrucción	Doble de manguera	Cavitación bomba	Ruptura de bomba	6	10	7	420	INAC.	Revisión visual	Cambia manguera
	Bomba	Bombear aceite hidráulico	Baja presión	Obstrucción	Cavitación bomba	Ruptura de bomba	6	10	7	450	INAC.	Análisis de vibraciones	Cambio de filtros de aceite

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 26.** Aplicación del AMEF en el torno paralelo, sub- sistema de refrigeración según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1)

SUB-SISTEMA	IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	CAUSA	DAÑOS		SITUACIÓN ACTUAL					MÉTODOS DE DETECCIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
					EFFECTO INICIALES DE INCIDENTE	EFFECTO FINALES DE ACCIDENTE	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCIÓN	NPR	RESULTADO		
REFRIGERACIÓN	Recipiente de almacenamiento de fluido	Almacenar refrigerante	Ruptura	Golpe	Derrame de refrigerante	Accidente OHSAS	6	7	5	210	DESEA.	Revisión visual	Cambiar recipiente
	Mangueras	Transportar refrigerante	Fuga de refrigerante	Desgaste del material	Derrama de refrigerante	Accidente OHSAS	6	7	7	294	INAC.	Revisión visual	Cambiar mangueras
			Obstrucción	Doble de manguera	Cavitación bomba	Quemado de bomba	8	5	5	200	DESEA.	Revisión visual	Inspeccionar mangueras
	Bomba	Aumentar presión	Obstrucción	Viruta en el recipiente de refrigerante	Cavitación bomba	Quemado de bomba	6	8	7	336	INAC.	Vibración	Cambio de malla

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27.** Aplicación del AMEF en el torno paralelo, sub- sistema de seguridad según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1)

SUB-SISTEMA	IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	CAUSA	DAÑOS		SITUACIÓN ACTUAL					METODOS DE DETECCIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
					EFFECTO INICIALES DE INCIDENTE	EFFECTO FINALES DE ACCIDENTE	Ocurrencia	SEVERIDAD	DETECCIÓN	NPR	RESULTADO		
SEGURIDAD	Sensor de apertura de puerta	Detener torno	No funciona	Culminación de vida útil	Activa con puerta abierta	Accidente OHSAS	6	6	7	252	INAC.	Inspecciones diarias	Cambiar sensor
			Mal montaje	falla humana	Activa con puerta abierta	Accidente OHSAS	7	7	7	343	INAC.	Metrología	Revisión del equipo
	Sensor de carrera	Detener desplazamiento	No reconoce	Culminación de vida útil	Sobrepaso de lo establecido	Colisión de herramientas	5	6	5	150	DESEA.	Inspecciones de mantenimiento	cambiar sensor
			Mal montaje	Falla humana	Activa con puerta abierta	Colisión de herramientas	5	7	6	210	DESEA.	Metrología	Revisión del equipo
	Acrílico de seguridad	Detener viruta	Ruptura	Golpe	Desprendimiento de viruta	Accidente OHSAS	5	8	6	240	INAC.	Revisión visual	Cambiar acrílico
	Puerta	Proteger del procesos de torneado	Desajuste	Mal montaje	Derrame de refrigerante	Accidente OHSAS	7	7	6	294	INAC.	Revisión visual	Rediseño del sistema

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28.** Aplicación del AMEF en el torno paralelo, Sub- sistema eléctrico según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1)

SUB-SISTEMA	IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLA	CAUSA	DAÑOS		Estado Actual					METODOS DE DETECCIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
					EFFECTO INICIALES DE INCIDENTE	EFFECTO FINALES DE ACCIDENTE	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCIÓN	NPR	RESULTADO		
ELÉCTRICO	Contactor	Iniciar o interrumpir el paso de energía	Circuito interrumpido	Bobina quemada por pérdida de fase	No permite el paso de corriente	Parada repentina	8	7	7	392	INACEP.	Revisión de voltaje	Cambio de bobina
				Bobina quemada por conexión defectuosa	No permite el paso de corriente eléctrica	Parada repentina	7	6	7	294	INACEP	Revisión de voltaje	Cambio de bobina y ajustar conexión de cableado
	Fusibles	Protege circuito	Cortocircuito	Pérdida de fase	Interrupción de energía	Parada repentina	6	6	7	252	INACEP	Revisión visual	Cambio de fusible
	Conector principal	Conectar	Pérdida de conexión tierra	Mal diseño de la red eléctrica	Descarga eléctrica	Para repentina	4	7	8	224	INACEP	Revisión de conexión eléctrica red	Revisa la conexión tierra

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29.** Aplicación del AMEF en máquina de soldar MIG-MAG, Sub- sistema eléctrico y mecánico según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1).

SUB-SISTEMA	IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO	MODO DE FALLA	CAUSA	DAÑOS		ESTADO ACTUAL					METODOS DE DETECCIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
				EFEECTO INICIALES DE INCIDENTE	EFEECTO FINALES DE ACCIDENTE	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCIÓN	NPR	RESULTADO		
ELCTRICO	Cables pelados	Cortocircuito	Pérdida de fase	Quemado del motor	Parada critica	7	8	6	336	INAC.	Inspección visual	Cambio de cableado eléctrico
	Rectificador y bobina	Baja de amperaje	Mal aislamiento térmico	Recalentamiento de pinza masa	Accidente ohsas	5	6	7	210	DESEA.	Inspección visual	Limpieza interna de los componentes de la maquina
	Fuente de alimentación	Temperatura excesiva	Calentamiento componentes eléctricos	Recalentamiento del circuito	Para critica	7	7	7	343	INAC.	Revisión de voltaje	Inspección ventiladores
		Falla de conexión a tierra	Exceso de corriente en el cable tierra	Recalentamiento de pinza masa	Accidente OHSAS	5	6	6	180	DESEA		Aislar el chasis de la soldadura.
		Falla del ventilador	Obstrucción	Sobre calentamiento	Quemado del circuito eléctrico	8	10	5	400	INAC.		Mtto. Preventivo

CONTINUACIÓN DE TABLA 29.

SUB-SISTEMA	IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO	MODO DE FALLA	CAUSA	DAÑOS		ESTADO ACTUAL					METODO DE DETECCION	ACCION CORRECTIVA
				EFEECTO INICIALES DE INCIDENTE	EFEECTO FINALES DE ACCIDENTE	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCIÓN	NPR	RESULTADO		
ELCTRICO	Fuente de alimentación	Falla de la alimentación de alambre	Circuito abierto durante el procesos de soldado	Sobre calentamiento	Quemado del circuito eléctrico	6	5	7	210	DESEA.	Revisión de voltaje	Comprobar que no exista daño ni obstrucciones en el cable
MECÁNICO	Rodillos alimentadores	Estancamiento de cable de alimentación	Contaminación	Ruptura de cable	Desgaste de rodamientos	6	10	7	420	INAC.	Inspección visual	Mantenimiento preventivo
	Pistola MIG		Desgaste de boquilla	Mal uso	Recalentamiento de la pistola	5	6	7	210	DESEA.	Inspección visual	Cambio de boquilla

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 30.** Aplicación del AMEF en máquina de Cizalla industrial, Sub- sistema eléctrico, neumático y lubricación según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1).

SUB-SISTEMA	IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO	MODO DE FALLA	CAUSA	DAÑOS		ESTADO ACTUAL					METODOS DE DETECCIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
				EFEECTO INCIALES DE INCIDENTE	EFEECTO FINALES DE ACCIDENTE	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCIÓN	NPR	RESULTADO		
ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	Motor eléctrico	Circuitos quemados	temperatura	Quemado del motor	Parada repentina	7	8	8	448	INAC.	Voltaje	Cambio de motor
	Tablero de control	Arranque deficiente	Bajo voltaje	Demora en el proceso de encendido	Parada repentina	6	6	6	216	INAC.	Inspección visual	Mtto cables
NEUMÁTICO	Uniones y tuberías	Demora	Obstruidas	Depreciación del equipo	Ruptura	7	5	6	210	DESEA.	Mtto preventivo	Cambio de tuberías
	Manómetro	Des calibrado	Exceso presión	Ruptura	Parada repentina	5	5	5	125	DESEA.	Inspección visual	Calibrar mamotreto

Fuente: Elaboración propia

CONTINUACIÓN TABLA 30

SUB-SISTEMA	IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO	MODO DE FALLA	CAUSA	DAÑOS		ESTADO ACTUAL					MÉTODO DETECCIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
				EFFECTO INICIALES DE INCIDENTE	EFFECTO FINALES DE ACCIDENTE	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCIÓN	NPR	RESULTADO		
LUBRICACIÓN	Rodamientos	Desgastes	Fricción	Baja presión	Para repentina	6	7	8	336	INAC.	Vibraciones	Cambio de rodamientos
	Mangueras	FUGA de aceite	Falla humana	Derrame de aceite	Ruptura de bomba	5	7	7	245	INAC.	Inspección visual	Cambio de mangueras
	Bomba	Baja presión	Obstrucción	Cavitación bomba	Ruptura de bomba	6	6	6	216	DESEA.	voltaje	Rebobinado
	Contactor	circuito interrumpido	bobina quemada por pérdida de fase	no permite el paso de corriente	parada repentina	7	7	7	343	INAC.	revisión de voltaje	cambio de bobina
	Cuchillas	Desgastes	Mala operación	Mala calidad de cortado	Ruptura de cuchillas	8	10	6	480	INAC.	Inspección visual	Afilado o cambio de cuchillas

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31.** Aplicación del AMEF en máquina de soldar Pantógrafo CNC, Sub- sistema software, funcional y refrigeración según el historial de fallas periodo 2017-2018 (Tablas anexo 1).

SUB-SISTEMA	IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO	MODO DE FALLA	CAUSA	DAÑOS		ESTADO ACTUAL					METODOS DE DETECCIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
				EFEECTO INICIALES DE INCIDENTE	EFEECTO FINALES DE ACCIDENTE	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCIÓN	NPR	RESULTADO		
SOFTWARE	Mach 3	Congelamiento	Capacidad total	Tiempo muerto	Parada del equipo	7	8	6	336	INAC.	Inspección visual	Reinicio del software
		Demora de reconocimiento USB	Contaminación	Tiempo muerto	Parada del equipo	5	7	5	175	DESE A.		Formateo de la memoria interna
FUNCIONAL	Antorcha	Lentitud de cortado	Soplete mal alineado	Mala calidad de corte	Reproceso	7	7	7	343	INAC.	Inspección visual	Alineado de soplete
			Consumible desgastado o dañado	Estancamiento del sistema	Parada del equipo	8	7	6	336	INAC.	Mantenimiento preventivo	Cambio de consumible
			Bajo voltaje de arco	Sobrecarga	Desgaste de antorcha	5	7	6	210	Deseable	Voltaje	Regular amperaje



CONTINUACIÓN TABLA 31

SUB-SISTEMA	ELEMENTO	MODO DE FALLA	CAUSA	EFECTO INICIALES DE INCIDENTE	EFECTO FINALES DE ACCIDENTE	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCIÓN	NPR	RESULTADO	METODOS DE DETECCIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
FUNCIONAL	Rieles y cojinetes	Desalineado de rieles	Soportes o piñones sucios	Mala calidad	Ruptura de guías	6	7	5	210	DESEA.	Inspección visual	Alineado de guías
			Refles desalineados	Estancamiento del corte	Parada de maquina	7	7	6	294	INAC.		Limpieza de escoria
			Ruedas o cojinetes dañados	Desgaste de rieles	Parada de maquina	7	5	5	175	DESEA.		
REFRIGERANTE	Recipiente de almacenamiento de fluido	Almacenar refrigerante	Ruptura	golpe	Sobrecalentamiento	6	8	7	336	INAC.	Revisión visual	Cambiar recipiente
	Mangueras	Transportar refrigerante	Fuga de refrigerante	Desgaste del material	Derrama de refrigerante	7	7	8	392	INAC.	Revisión visual	Cambiar mangueras
	Bomba	Filtros desgastado		Baja nivel de refrigerante	Fallo de antorcha	8	7	6	336	INAC.	Inspección visual	Cambiar filtros

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 32.** Resumen de características actual del NPR

NIVEL DE FALLA	CANTIDAD DE FALLA	RESULTADOS
INACEPTABLE	37	71.15%
REDUCCIÓN DESEABLE	15	28.84%
ACEPTABLE	0	0

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el primer cálculo del número de prioridad de riesgo (NPR) se obtuvieron los siguientes resultados según tablas: 24, 25, 26, 27, 28, 29,30 y31 como se muestra en la siguiente tabla 32.

### **3.3. Diseño del sistema de Gestión de mantenimiento**

#### **3.3.1. Misión del área de mantenimiento**

Conservar el óptimo funcionamiento de los bienes de la empresa distribuidos en el área de maestranza de manera eficiente y efectiva en los periodos estimados de vida útil.

#### **3.3.2. Visión del área de mantenimiento**

Garantizar un esquema de procedimiento en las diferentes actividades de mantenimiento preventivo de los equipos distribuidos en el área de maestranza incrementando o manteniendo los indicadores de mantenimiento anualmente y mejorar la calidad del servicio de manera efectiva, reducir los tiempos de parada y costos de mantenimiento.

#### **3.3.3. Valores del área de mantenimiento**

- Disciplina. - Cumplimiento de las normas, procedimientos, políticas, programas y decisiones del organismo del área de mantenimiento.
- Lealtad. - Identificación del recurso humano, con los objetivos, la cultura y las metas de la organización.
- Responsabilidad. - Compromiso de responder seriamente a la sociedad, mediante la labor realizada de manera eficiente.

- Trabajo en equipo. - Se fomenta la integración en equipo con el propósito de alcanzar metas comunes.
- Credibilidad. - Mantener una conducta consistente con todos los principios de la organización de mantenimiento.

#### **3.3.4. Objetivos del área de mantenimiento**

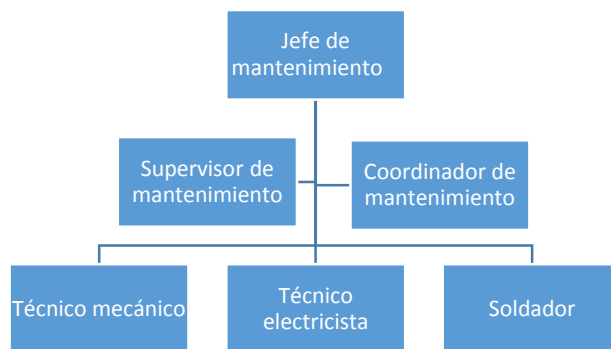
- Realizar de manera efectiva todos los servicios previsto de mantenimiento, como el reemplazó de piezas antes que finalice su vida útil, favoreciendo que todos los equipos del área de maestranza operen de manera efectiva en el tiempo planificado buscando la disminución de paradas imprevistas y reducir los costos de mantenimiento.
- Minimizar los gastos imprevistos, previniendo las fallas de los equipos y maquinaria del área de maestranza.
- Optimizar de manera eficiente la disponibilidad de los equipos del área de maestranza.
- Preservar el valor de los bienes de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.

#### **3.3.5. Políticas del Sistema de Gestión de Mantenimiento**

- El departamento de mantenimiento son los responsables de realizar las acciones necesarias para realizar el mantenimiento preventivo y/o correctivo de los equipos del área de maestranza, producción y ensamblado de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.
- El jefe y supervisor de mantenimiento debe planificar y/o realizar las inspecciones diarias de las actividades de inspección en la maquinaria y equipos distribuidas en la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.
- Los coordinadores y/o responsables administrativos deberán supervisar en conjunto con el personal de mantenimiento, el servicio o compra de piezas o accesorios para la maquinaria de la empresa.
- Toda revisión de equipo deberá ser basada en un diagnostico determinado por el jefe de mantenimiento y sea acorde a las necesidades del cliente.
- Para realizar un servicio de mantenimiento es indispensable contar con un formato en donde se plasme la orden de trabajo correspondiente para verificar el tipo de reparación o mantenimiento que requiera el equipo.

- El personal del área de mantenimiento deberá ser capacitado dentro de las tareas de mantenimiento y conocer los pasos a seguir con el fin de que sea resuelto favorablemente.
- El área de mantenimiento debe de contar con las siguientes áreas mecánica, eléctrica y soldadura y personal especializado en cada una de ellas

### 3.3.6. Estructura del área de mantenimiento



**FIGURA 6.** Propuesta del organigrama del área de mantenimiento

#### 3.3.6.1. Funciones de los responsable del área

**Jefe de mantenimiento:** Responsable de planificar, organizar, dirigir, controlar y cumplir las actividades de mantenimiento y logístico, con el fin de obtener servicios de calidad con eficiencia que nos permita la reducción de costos de mantenimiento.

**Coordinador de mantenimiento:** coordina con el área de maestranza y producción con la planificación de las actividades de mantenimiento preventivo de los bienes de la empresa.

**Supervisor de mantenimiento:** Responsable en supervisar la planificación, organización, control y cumplimiento de las actividades de mantenimiento y logístico.

**Técnico mecánico:** Ejecutar las actividades previstas en el programa semanal/mensual de mantenimiento, garantizando la operatividad de los equipos, además del buen manejo de los recursos asignados para dichos mantenimientos.

**Técnico electricista:** Ejecutar las actividades previstas en el programa semanal/mensual de instalaciones eléctricas de los diferentes bienes de la empresa, haciendo uso adecuado de recursos asignados para dichos trabajos.

**Soldador:** Estar capacitado en la actividad de soldar con los diferentes tipos de soldadura (MIG-MAG, procesos TIG, soldadura eléctrica con electrodo, entre otros), preparar y operara equipos para realizar las uniones soldad, organizar las tareas previas para el proceso de soldadura, rellanado y/o corte de materiales a soldar.

### **3.3.6.2. Perfil profesional del puesto de trabajo**

#### **Jefe de mantenimiento:**

- Ser ingeniero mecánico, mecánico electricista o industrial.
- Experiencia mínima de 5 años en puestos de planificación, mantenimiento o proyectos.
- Conocimiento en gestión del mantenimiento, electrónica, mantenimiento o montaje de plantas industriales, equipos y maquinaria industrial.

#### **Coordinador de mantenimiento:**

- Ser ingeniero industrial con maestrías en gestión de mantenimiento.
- Experiencia minina de 2 años en puestos de planificación, mantenimiento o proyectos.
- Conocimiento en gestión del mantenimiento, electrónica, mantenimiento o montaje de plantas industriales, equipos y maquinaria industrial.

#### **Supervisor de mantenimiento**

- Ser ingeniero mecánico electricista con maestrías en gestión de mantenimiento.
- Experiencia minina de 2 años en puestos de planificación, mantenimiento o proyectos.
- Conocimiento en gestión del mantenimiento, electrónica, mantenimiento o montaje y reparación de plantas industriales, equipos y maquinaria industrial.

#### **Técnico mecánico**

- Ser técnico mecánico, mecánico de producción o mecánica de mantenimiento.

- Experiencia mínima de 2 años en puestos de planificación, mantenimiento o proyectos.
- Conocimiento en gestión del mantenimiento, electrónica, mantenimiento o montaje y reparación de plantas industriales, equipos y maquinaria industrial.

#### **Técnico electricista**

- Ser técnico electricista industrial.
- Experiencia mínima de 2 años en puestos de planificación, mantenimiento o proyectos.
- Conocimiento en gestión del mantenimiento, electrónica, mantenimiento o montaje y reparación de plantas industriales, equipos y maquinaria industrial.

#### **Soldador**

- Ser técnico soldador.
- Experiencia mínima de 2 años en puestos de planificación, mantenimiento o proyectos.
- Realizar soldadura de estructuras metálicas con Mig- Mag o electrodo cumpliendo la orden de trabajo y los requerimientos de seguridad e higiene en el trabajo, de calidad y cuidado del medioambiente.

### **3.3.6.3. Procedimientos de ejecución de trabajos y formatos de control**

La propuesta de rediseñar la estructura del área de mantenimiento actual de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L consiste en implementar formatos de control identificados por código para proceder a la distribución de actividades de mantenimiento que se ejecutaran en las futuras programaciones.

**Tabla 33.** Resumen de formatos

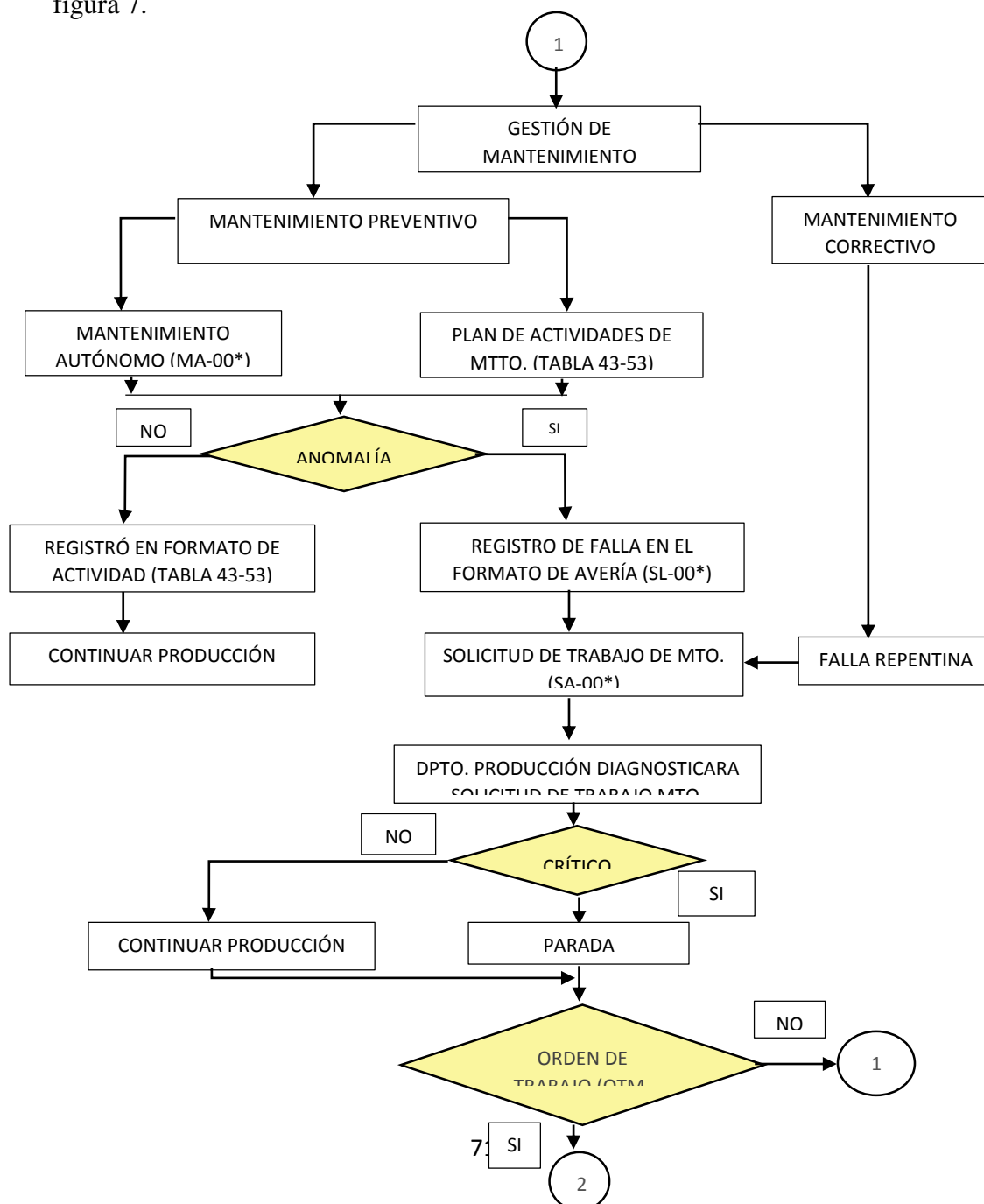
<b>FORMATO</b>	<b>CÓDIGO</b>
Ficha Técnica	FT- ***
Solicitud de actividad	SL-***

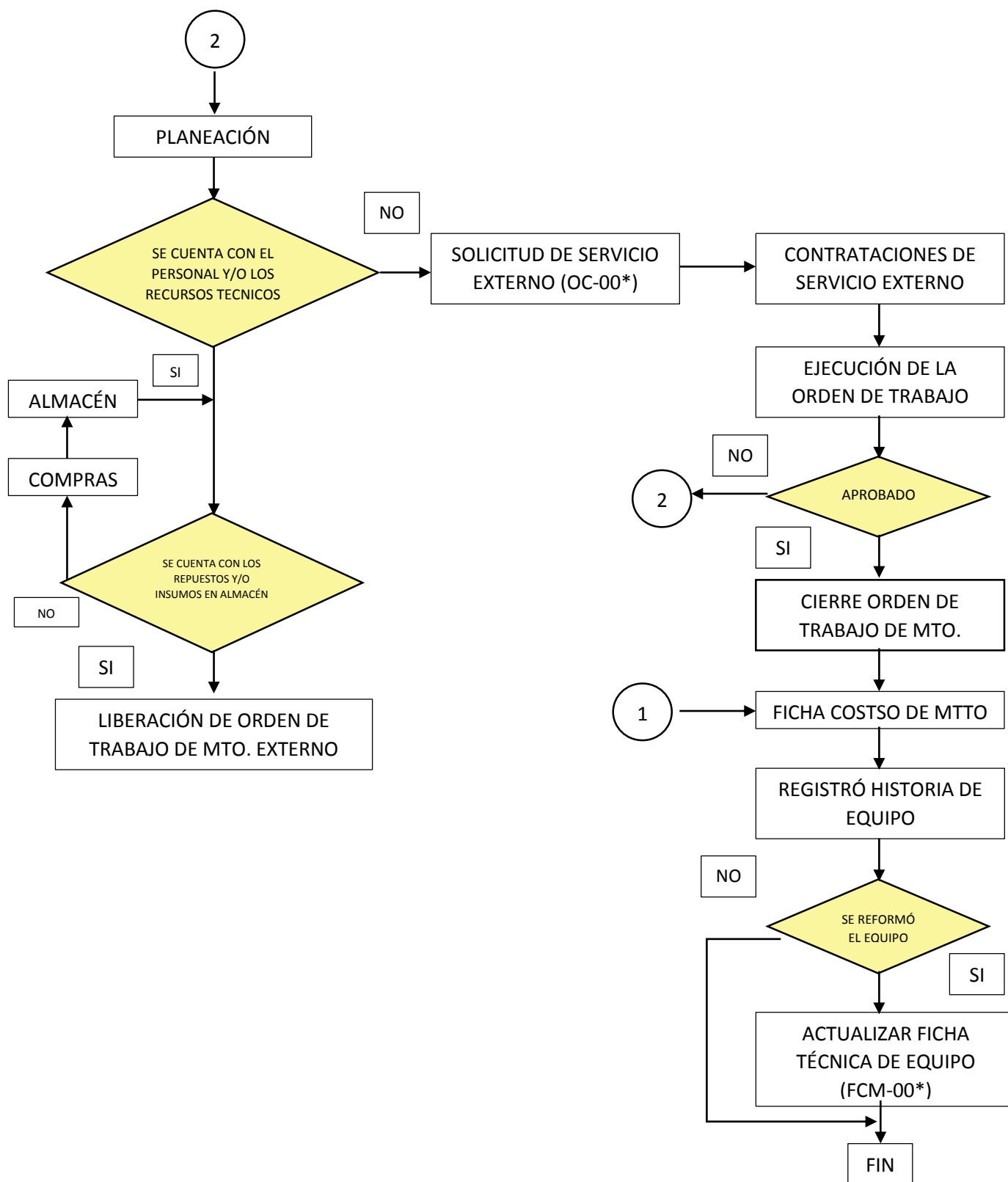
CONTINUACIÓN TABLA 33

FORMATO	CÓDIGO
Solicitud por avería	SA-***
Solicitud de compra	SC-***
Orden de compra	OR-**
Orden de trabajo de mantenimiento	OTM-***
Ficha de costos de Mantenimiento	FCM-***
Mantenimiento Autónomo	MA-***

Fuente: Elaboración propia

Flujo grama propuesta para la implantación de la gestión de mantenimiento, ver figura 7.





**FIGURA 7.** Flujo grama propuesta para la implantación de la gestión de mantenimiento



Se detallan de manera resumida las diferentes fichas de inspección (ficha técnica, solicitud de actividad, solicitud por avería, solicitud de compra, orden de compra, orden de trabajo de mantenimiento, ficha de costos de mantenimiento, mantenimiento autónomo, carta de lubricación y control de lubricación) que se implementaran en la gestión de mantenimiento con el fin de tener una mayor rigurosidad el seguimiento de las actividades de mantenimiento.

Las diferentes programaciones de mantenimiento preventivo y correctivo se trabajarán en función al flujo grama de mantenimiento general. En la figura n° se detallan los procedimientos necesarios que se deben proseguir para realizar las diferentes actividades de mantenimiento.

### **Descripción de la secuencia de actividades de la gestión de mantenimiento**

1. El jefe del área de mantenimiento, administrativa y de producción serán los responsables de la planificar, coordinar y verificar las actividades de mantenimiento de los bienes de la empresa BONA I.E.R.L
2. Las actividades de mantenimiento preventivo se realizarán por el personal responsable del área de mantenimiento.
3. Las actividades del mantenimiento autónomo serán ejecutadas por los trabajadores del área de maestranza al inicio y culminación de las tareas productivas.
4. El área de producción, mantenimiento y administración estarán pendiente de las actividades de mantenimiento diaria, quincenal, mensual y anual de los equipos y maquinaria del área de maestranza. Por lo tanto, las inspecciones serán realizados por los operarios de maestranza y personal de mantenimiento.
5. Los operarios del área de maestranza y el personal de mantenimiento diagnosticaran a los equipos para que no presenten anomalías al inicio y culminación del trabajo diario.
6. El personal de maestranza y de mantenimiento registran en el formato de inspección.
7. Los responsables del diagnóstico de los equipos deben de cerciorarse del óptimo funcionamiento del equipo, indicando si continua o culmina la planificación de producción para dicho equipo.

8. El personal de mantenimiento y maestranza registraran el formato de avería y anotar las fallas observadas.
9. El personal de mantenimiento solicitará autorización para realizar los trabajos de mantenimiento llenando la solicitud de actividad.
10. El área de maestranza realizara el diagnóstico de la solicitud de mantenimiento, verificando la anomalía existente del equipo.
11. El área de maestranza diagnosticara el grado crítico del equipo
12. El fallo del equipo no es crítico, el área de maestranza autorizará el funcionamiento del equipo hasta culminar la programación del día.
13. Si la falla es crítica, el área de maestranza ordenara el paro del equipo el tiempo que mantenimiento disponga.
14. EL jefe de mantenimiento entregara el formato de la orden de trabajo para restablecer la o corregir las anomalías del equipo.
15. El supervisor del área de mantenimiento destinará al personal encargado y capacitado, materiales y equipos necesarios para la ejecución de la actividad.
16. El jefe y supervisor de mantenimiento dispondrá si cuenta con los recursos humanos y materiales para la ejecución de la actividad.
17. El auxiliar de almacén registrara si cuenta con los repuestos y herramientas destinadas para el servicio de mantenimiento.
18. El área de logística recibirá el formato de solicitud de compra para solicitar los repuestos y herramientas que carece en stock el almacén.
19. El auxiliar de almacén se abastece de y registra ellos nuevas adquisiciones de repuesto o herramientas.
20. EL jefe de maestranza verificará la óptima ejecución del servicio de mantenimiento y el equipo operando correctamente, entonces dará como finalizada el mantenimiento.
21. El jefe de mantenimiento solicitara el formato de solitud de servicio externo.
22. EL jefe de mantenimiento dará el visto bueno a la contratación del servicio externo.
23. El supervisor de mantenimiento verificará el correcto procedimiento del trabajo de los operarios del servicio externo.
24. El jefe de mantenimiento aprobara los resultados del servicio de mantenimiento externo.
25. El jefe de mantenimiento cerrara la orden de trabajo de mantenimiento.

26. EL área administrativa notificara al jefe de mantenimiento de los costos generados en la ejecución del servicio de mantenimiento.
27. El supervisor de mantenimiento regostara en el formato de historial todas las actividades realizadas en el equipo.
28. EL área de maestranza debe verificar si se realizó los cambios o modificación de los accesorios del equipo.
29. El supervisor de mantenimiento actualizará la ficha técnica del equipo.
30. EL jefe de mantenimiento tomará las acciones necesarias para arreglar en el menor tiempo posible las fallas que se generan repentinamente en el equipo.
31. Los operarios del área de maestranza notificaran al área de maestranza sobre cualquier anomalía que se generan durante el funcionamiento de los equipos.

#### **3.3.6.4. Documentación del mantenimiento preventivo**

La documentación es el principal pilar del óptimo funcionamiento y seguimiento de la gestión de mantenimiento, para las proyecciones de las actividades de mantenimiento a futuro sobre la disponibilidad de los equipos en el área de maestranza y reparación de la maquinaria.

Los documentos elaborados por el plan de mantenimiento preventivo, son generados semanalmente y quincenalmente, por el encargado de planificar las actividades de mantenimiento.


La documentación incluye, Tabla 33:

<b>FORMATO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>REVISADO</b>
Ficha Técnica	FT- 00*	Supervisor
Solicitud de actividad	SL-00*	Supervisor
Solicitud por avería	SA-00*	Supervisor
Solicitud de compra	SC-00*	Supervisor
Orden de compra	OR-00*	Supervisor
Orden de trabajo de mantenimiento	OTM-00*	Supervisor
Ficha de costos de Mantenimiento	FCM-00*	Supervisor
Mantenimiento Autónomo	MA-00*	Supervisor

### 3.3.6.4.1. Ficha técnica

Es el registro donde se detallan las características técnicas y variables mecánicas de cada equipo. El formato de ficha técnica tiene la siguiente representación:

**Tabla 34.** Ficha técnica


FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS 001			
NOMBRE DEL EQUIPO	IDENTIFICADOR DEL EQUIPO		ÁREA
	<b>Especificaciones Técnicas</b>	<b>Unidades</b>	<b>Parámetros</b>
	Tensión de entrada Nominal	V	
	Capacidad nominal de entrada	KVA	
	Corriente nominal de soldadura	A	
	Fusible alimentador de alambre	A	
	Velocidad de alimentación del alambre	m/min	
	Potencia del calefactor	V	
	Grado de protección		
	Voltaje sin carga	V	
	Rango de ajuste actual	A – V	
	AJUSTE DE VOLTAJE	V	
	Series		

Fuente: BONA LOGISTIC E.I.R.L

### 3.3.6.4.2. Solicitud de actividad

Esta ficha contiene los datos la maquinaria o equipo al que se va realizar el trabajo, con su respectiva ubicación técnica, planificación, responsable del puesto, fecha que se solicita, descripción de la actividad y el personal responsable de mantenimiento.

**Tabla 35.** Solicitud de actividad


	<b>Solicitud de actividad</b> (SI)		SL.-001
			FECHA:
FECHA DE INICIACIÓN		FECHA DE TERMINO	
ESTIMADA	REAL	ESTIMADA	REAL
EQUIPO		CODIGO	
DESCRIPCIÓN BREVE:			
SOLICITANTE:			
FECHA:		HORA:	
DESCRIPCION DETALLADA			
DESCRIPCION DETALLADA			
PRIORIDAD:	NORMAL	IMPORTANTE	URGENTE
OBSERVACIONES			
APROBACIÓN		SI	NO

Fuente: BONA LOGISTIC E.I.R.L

### 3.3.6.4.3. Solicitud por avería

Esta ficha contiene los datos de maquinaria o equipo con su respectivo sistema, subsistema, elementos, ubicación técnica, hora de la avería, detallar si la falla ocasiona paradas en la línea de producción, el grado de prioridad de la ejecución de la actividad de mantenimiento, planificación, descripción breve de la falla, detallar las causas de la falla y personal encargado.


**Tabla 36.** Solicitud de avería

		<b>SOLICITUD DE AVERIA</b>		<b>SA-001</b>
<b>EQUIPO:</b> <b>CODIGO:</b>				<b>TIPO DE SOLUCIÓN</b> NORMAL URGENTE
<b>PARTE</b>	<b>ANOMALIA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>POSIBLE SOLUCIÓN</b>	
				<b>DTO. ADMS. Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN</b>  GENERA ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO  SI: NO:
SOLICITADA POR:  FIRMA:   FECHA:		REVISADA POR:  FIRMA:   FECHA:		AUTORIZADA POR:  FIRMA:   FECHA:

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.6.4.4. Solicitud de compra

**Tabla 37.** Solicitud de compra

		SOLICITUD DE COMPRA		SC-001
				FECHA:
Solicitante		Departamento		CENTRO DE COSTOS
EQUIPO		CODIGO		
DESCRIPCION		CANTIDAD:		
		UNIDADES:		
DESCRIPCION DEL PRODUCTO				
NOMBRE DEL SOLCITANTE			CARGO:	
NOMBRE DEL QUE APRUEBA				
LUGAR DE COMPRA				
ACEPTADO				

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.6.4.5. Orden de trabajo

El formato de las ordenes de trabajo de mantenimiento preventivo contiene información relevante de los trabajos de mantenimiento aplicarse a las maquinaria y equipos, cada actividad ingresada en las ordenes es responsabilidad del ejecutor.

**Tabla 38.** Orden de trabajo

		<b>ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO</b>		<b>OTM-001</b>	
<b>ORDEN DE TRABAJO ASIGNADA POR:</b>		<b>ORDEN DE TRABAJO ASIGNADA A:</b>	<b>FECHA:  HORA:</b>	<b>ORDEN DE TRABAJO DE MTO No.</b>	
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR</b>			<b>TIPO ORDEN DE TRABAJO</b>	
				NORMAL URGENTE	
				<b>CONDICIÓN DE PARADA</b> CON PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN  SIN PERDIDA DE PRODUCCIÓN	
				<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b> CORRECTIVO PREVENTIVO  MACÁNICO ELÉCTRICO	
<b>MATERIALES, REPUESTOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS REQUERIDOS</b>					
<b>No</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>

Fuentes: BONA LOGISTIC E.I.R.L



### 3.3.6.4.6. Solicitud de servicio externo

Los datos principales son las características del solicitante, el servicio solicitado, descripción del servicio, lugares recomendables, descripción del servicio, proforma, observaciones generales y autorización. Es responsabilidad del departamento de mantenimiento.

### 3.3.6.4.7. Orden de compra

**Tabla 39.** Orden de compra

	ORDEN DE TRABAJO (OC)	OC-001
		FECHA:
Solicitante	Departamento	CENTRO DE COSTOS
DESCRIPCION DEL PRODUCTO		
CANTIDAD:	UNIDADES:	BODEGA:
CENTRO DE COSTOS:	COSTOS DE PROFORMA:	LUGAR DE COMPRA:
OBSERVACIONES		
AUTORIZACION	SI:	NO:

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.6.4.8. Ficha de costos de mantenimiento


**Tabla 40.** Costos de mantenimiento

			<b>Costos de mantenimiento (FCM)</b>		FCM-001		
<b>EQUIPO:</b>							
<b>FABRICANTE:</b>			<b>MODELO:</b>				
ORIGEN DE TRABAJO DE MTO.	FECHA D/M/A	TIEMPO EMPLEADO	COSTOS				
			MANO DE OBRA	MATERIALES Y REPUESTOS	INDIRECTOS	TOTAL	ACUMULADO

Fuente: BONA LOGISTIC E.I.R.L

### 3.3.6.4.9. Mantenimiento Autónomo

**Tabla 41.** Mantenimiento Autónomo

	<b>MANTENIMIENTO ANTÓNOMO</b>	MA-001
<b>CÓDIGO AVM:</b>	<b>FOTO EQUIPO</b>	
<b>EQUIPO:</b>		
<b>FABRICANTE:</b>		
<b>MODELO:</b>		
<b>COMENTARIOS:</b>		
<b>NORMS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO</b>		
<b>LUBRICACIÓN</b>		
<b>NORMAS DE SEGURIDAD</b>		

Fuente: BONA LOGISTIC E.I.R.L

### **3.3.7. Plan de mantenimiento**

#### **3.3.7.1. Objetivos del plan de mantenimiento**

- La responsabilidad indispensable del mantenimiento es contribuir al cumplimiento de los objetivos de la empresa, por ello, los objetivos deben establecerse dentro la organización de los objetivos generales de la empresa.
- Garantizar la disponibilidad de los equipos y maquinaria indispensables para la actividad productiva, de manera eficiente y segura, con el fin de contribuir al logro de las políticas y metas de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.
- Minimizar el tiempo muerto en producción por el alto índice de mantenimiento correctivo de los equipos y maquinaria del área de maestranza.
- Mantener en óptimas condiciones el funcionamiento de los equipos y maquinaria que afectan de manera crítica a la calidad del producto que brinda la empresa al mercado.
- Disminuir la depresión de los equipos y maquinarias minimizando el desgaste y deterioro.
- Reducir los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales.

#### **3.3.7.2. Actividades de mantenimiento**

Se aplicó la metodología de análisis de modo y efecto de fallas representado en las tablas: 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 y 31 clasificándolos por las fallas detectadas en el anexo 2 de historia l de fallas, las medidas recomendadas de acciones correctivas para el diseño del plan de mantenimiento preventivo se diseñaron a base fichas técnicas y material bibliográfico para aumentar la disponibilidad de las máquinas y equipos del área de maestranza.

### 3.3.7.2.1 Torno paralelo

**Tabla 42.** Plan de actividades en base a AMEF para torno paralelo de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

ACTIVIDAD	TIPO	ESPECIALIST A	FRECUENCIA EN HORAS							TIEMPO HORA/ ACTIVIDAD	TIEMPO HORA/ AÑO	COSTO S/.	
			50	250	500	1000	1500	2000	2500				
Reajusto de tornillería en general	Preventivo	Mecánico	x	x	x	x	x	x	x	1.3	9.3	100	
Alinear chasis	Preventivo	Mecánico				x		x		2	4	150	
Alinea guías lineales	Preventivo	Mecánico			x	x	x	x	x	2	10	80	
Lubricar y verificar el correcto funcionamiento de desplazamiento	Preventivo	Mecánico				x		x		2	4	300	
Limpiar cilindro hueco de sujeción	Preventivo	Mecánico					x			2	2	50	
Lubricación rodamientos	Preventivo	Mecánico				x		x		1.3	3	400	
Alineamiento del eje del motor respecto al husillo	Preventivo	Electricista					x		x	2	4	100	
Alinear poleas	Preventivo	Mecánico				x		x	x	2	6	50	
Verificar consumo de corriente de servomotores	Preventivo	Electricista							x	2	2	50	
Calibrar manómetro	Preventivo	Mecánico					x			1	1	50	
Cambiar aceite lubricante	Preventivo	Mecánico					x		x	2	4	400	
Cambio de filtros de aceite	Preventivo	Mecánico					x		x	1.3	3	280	
Cambio de mangueras neumáticas e hidráulicas	Preventivo	Mecánico						x		3	3	700	
Cambio de sensores de apertura y cerrado de puerta	Preventivo	Electricista						x		2	2	350	
Limpiar cilindro hueco de partículas de arranque de viruta	Preventivo	Mecánico				x		x	x	2	6	150	
Rebobinado de bomba	Preventivo	Mecánico							x	8	8	900	
Verificar fugas del fluido refrigerante	Preventivo	Mecánico			x		x		x	4	12	200	
Cambio de fusibles	Preventivo	Electricista				x		x	x	2	6	300	
TOTAL											42.3	88.3	4610

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.7.2.2. Cizalla industrial

**Tabla 43.** Plan de actividades en base a AMEF para cizalla industrial de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

ACTIVIDAD	TIPO	ESPECIALISTA	FRECUENCIA EN HORAS							TIEMPO HORA/ ACTIVIDAD	TIEMPO HORA/ AÑO	COSTOS S/.
			50	250	500	1000	1500	2000	2500			
Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa y anclaje	Preventivo	Mecánico	x	x	x	x	x	x	x	2	14	200
Limpieza e inspección de control de voltaje, amperaje y temperatura	Preventivo	Electricidad			x	x	x	x	x	2	10	150
Inspección sistema de arranque	Preventivo	Mecánico			x		x	x	x	1.3	6	100
Inspección del circuito eléctrico	Preventivo	Electricidad				x		x		3	6	150
inspección y limpieza de bomba: rodamientos, prensa estopas	Preventivo	Mecánico					x		x	2.3	5	150
Lubricación de rodamientos	Preventivo	Mecánico					X		X	2.3	5	400
Cambio de rodamientos	Preventivo	Mecánico					x		x	2	4	600
Calibración del presostato y verificar contactor	Preventivo	Mecánico						x		2	2	200
Revisión y lubricación de tableros de arranque	Preventivo	Electricidad					x		x	1.3	3	250
Balanceo de cuchillas	Preventivo	Mecánico				x	x	x	x	2	8	200
Cambio de cuchillas	Preventivo	Mecánico							x	8	8	2500
Inspección del sistema de tubería y mangueras de lubricación	Preventivo	Mecánico		x		x			x	2	6	150
Calibración de nanómetro	Preventivo	Mecánico					x			2	2	50
Inspección del sistema eléctrico	Preventivo	Mecánico			x	x	x	x		2	8	100
Cambio del sistema hidráulico	Preventivo	Mecánico							x	8	8	700
Cambio de filtros de aceite						x		x		2	4	250
<b>Total</b>										<b>44</b>	<b>99</b>	<b>6150</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.7.2.3. Pantógrafo CNC

**Tabla 44.** Plan de actividades en base a AMEF para Pantógrafo CNC, mesa por corte de plasma de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

ACTIVIDAD	TIPO	ESPECIALISTA	FRECUENCIA EN HORAS							TIEMPO HORA/ ACTIVIDAD	TIEMPO HORA/ AÑO	COSTO S/.
			50	250	500	1000	1500	2000	2500			
Verificar conexión de salida de gases por el regulador	Preventivo	Electricista	x	x	x	x	x	x	X	1	7	100
Verificar estado del cilindro	Preventivo	Electricista				x		X		1	2	100
Calibración de regulador de presión	Preventivo	Mecánico					X			2	2	50
Limpieza de la mesa y bandeja de plasma	Preventivo	Mecánico		x	x	x	x	x	X	2	12	150
Limpiar con aire comprimido el motoreductor y contactos de tablero principal	Preventivo	Mecánico					x		X	1.3	3	100
Inspeccionar difusor y tobera	Preventivo	Mecánico			x	x	x	x	x	1	5	80
Alineado de soplete y rieles	Preventivo	Mecánico			x	x	x	X	X	2	10	100
Cambio de ruedas o cojinetes	Preventivo	Mecánico					X		x	1	2	200
Cambio de consumible	Preventivo	Mecánico	x	x	x	x	x	x	X	1	39	1200
Inspeccionar estado de mangueras	Preventivo	Mecánico				x		X		1	2	100
Limpiar barras guías y cojinetes de deslizamiento	Preventivo	Mecánico			x	x	x	x	x	1	5	150
Inspeccionar ventilador	Preventivo	Mecánico			x	x	x	x	x	1	5	200
Verificar conexiones eléctricas y nivel de aislamiento	Preventivo	Electricista	x	x	x	x	x	x	x	1	7	100
Limpieza exterior del equipo	Preventivo	Mecánico				x		x		1.3	3	200
Inspección de mangueras refrigerantes y de aire	Preventivo	Mecánico			x	x	x	x		1	4	300
Revisión general por parte de personal especializado	Preventivo	Mecánico							x	8	8	5200
<b>TOTAL</b>										<b>29</b>	<b>121</b>	<b>8530</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.7.2.4. Máquina de soldar MIG-MAG

**Tabla 45.** Plan de actividades en base a AMEF para máquina de soldar MIG-MAG de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

ACTIVIDAD	TIPO	ESPECIALISTA	FRECUENCIA EN HORA							TIEMPO HORA/ ACTIVIDAD	TIEMPO HORA/ AÑO	COSTO S/.
			50	250	500	1000	1500	2000	2500			
Reemplazar cables de soldar rotos	Preventivo	Electricista			x	x	x	x	x	1	5	300
Limpiar y apretar terminales de soldadora	Preventivo	Electricista				x		x		1.3	3	200
Verificar ventilador	Preventivo	Mecánico					x		x	1	2	200
Revisar el modo del switch	Preventivo	Electricista			x	x	x			1	3	120
Revisar el control de voltaje	Preventivo	Electricista				x		x		1.3	3	150
Revisar los fusibles y reemplazar	Preventivo	Electricista			x	x	x	x		2	8	400
Revisar r el motor del ventilador	Preventivo	Electricista		x		x		x		2	6	230
Reemplazar el ventilador	Preventivo	Mecánico							x	3	3	500
Verificar rodets	Preventivo	Mecánico		x	x	x	x			1	4	250
Cambio de tobera	Preventivo	Electricista							x	3	3	250
Limpieza por aire comprimido internamente	Preventivo	Mecánico		x	x	x	x	x		1.3	7.3	250
Limpieza de tarjetas eléctricas	Preventivo	Electricista					x			2	2	100
Cambio de mangueras de presión	Preventivo	Mecánico			x	x	x	x		1.3	6	200
<b>TOTAL</b>										<b>22</b>	<b>55.3</b>	<b>3150</b>

Fuente: Elaboración propia



### 3.3.7.2.5. Plegadora hidráulica

**Tabla 46.** Plan de actividades en base a AMEF para plegadora hidráulica de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

ACTIVIDAD	TIPO	ESPECIALISTA	FRECUENCIA EN HORAS							TIEMPO HORA/ ACTIVIDAD	TIEMPO HORA/ AÑO	COSTO S/.
			50	250	500	1000	1500	2000	2500			
Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa y anclaje	Preventivo	Mecánico	x	x	x	x	x	x	x	1	7	140
Calibración de presostatos	Preventivo	Electricista					x			1	1	100
Revisión de tableros de control: lubricación	Preventivo	Mecánico				x	x	x	x	1.3	6	120
Revisión de circuitos eléctricos, tablero de control	Preventivo	Electricista			x		x		x	2	6	120
Cambio de contactores	Preventivo	Electricista				x	x	x	x	1.3	6	300
Ajustes de uniones y tuberías del sistema neumático	Preventivo	Mecánico		x	x	x	x	x	x	2	12	120
Calibración de manómetro	Preventivo	Mecánico					x			1	1	50
Limpieza de filtros	Preventivo	Mecánico			x	x	x	x	x	2	10	200
Cambio del sistema neumático	Preventivo	Mecánico							x	8	8	50
Lubricación de rodamientos	Preventivo	Mecánico				x	x	x	x	2	8	600
Inspeccionar sistema de seguridad y pulsadores	Preventivo	Electricista		x	x	x	x	x		2	10	300
<b>TOTAL</b>										<b>24</b>	<b>75</b>	<b>2100</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.7.2.6. Compresor

**Tabla 47.** Plan de actividades en base a AMEF para compresor de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

ACTIVIDAD	TIPO	ESPECIALISTA	FRECUENCIA EN HORAS							TIEMPO HORA/ ACTIVIDAD	TIEMPO HORA/ AÑO	COSTO S/.
			50	250	500	1000	1500	2000	2500			
Revisión de anclaje	Preventivo	Electricista			x	x	x	x	X	1	5	50
Limpieza e inspección de control de voltaje, amperaje y temperatura	Preventivo	Electricista	x	x	x	x	x	x	x	1	7	140
inspección de rodamientos, poleas y correas	Preventivo	Mecánico				x	x	x	x	1	4	200
inspección de bandas	Preventivo	Electricista		x	x	x	x	x	x	0.3	3	150
Reajuste de pernos	Preventivo	Electricista		x	x	x	x	x	x	1	7	140
Cambio de rodamientos	Preventivo	Electricista					x		X	2	4	600
Barnizar las bobinas	Preventivo	Electricista			x		X	x	X	2	8	120
Calibración de presostato	Preventivo	Electricista						X		1	1	50
Revisión de tableros de control de arranque	Preventivo	Mecánico			x	x	x	x	x	1	5	200
Cambio de contactores de arranque manual	Preventivo	Mecánico						x		5	5	250
Cambio de malla protectora	Preventivo	Electricista				x	x	x		2	6	250
Lubricar rodamientos	Preventivo	Mecánico			x	x	x	x	x	2	10	300
Cambio filtro de aire	Preventivo	Mecánico				x	x	x	x	1	4	180
TOTAL										20.3	70	2630

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.7.2.7. Sierra Eléctrica

**Tabla 48.** Plan de actividades en base a AMEF para sierra eléctrica de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

ACTIVIDAD	TIPO	ESPECIALISTA	FRECUENCIA EN HORAS							TIEMPO HORA/ ACTIVIDAD	TIEMPO HORA/ AÑO	COSTO S/.
			50	250	500	1000	1500	2000	2500			
Verificar carcasa y anclaje	Preventivo	Mecánico	x	x	x	x	x	x	X	1	7	140
Limpieza de contactores, relés y regletas	Preventivo	Electricista			x	x	x	x	X	1	5	100
inspección del sistema de arranqué	Preventivo	Electricista		x	x	x	x	x	x	1	6	120
Inspeccionar bandas	Preventivo	Mecánico				x	x	X		0.3	1.3	130
Revisar estado del eje	Preventivo	Electricista				x	X			1	2	50
Cambios de rodamientos	Preventivo	Mecánico					x		x	2	4	200
Reajustes de pernos del equipo	Preventivo	Mecánico			x	x	X		x	1	4	120
Rebobinado del motor	Preventivo	Electricista					x		8	6	8	200
Alienar poleas	Preventivo	Mecánico				x	x	x		1	3	120
<b>TOTAL</b>										<b>14.3</b>	<b>39.3</b>	<b>1180</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.7.2.8. Esmeril de sobre mesa

**Tabla 49.** Plan de actividades para esmeril de sobre mesa de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	INSPECCIÓN	TIEMPO HORA/ ACTIVIDAD	TIEMPO HORA/ AÑO	COSTO
Mantenimiento Mensual	Realizar limpieza general	0.15	2	50
	Verificar si existe vibraciones inusuales o ruidos	0.10	1.3	20
	Verificar el acople de protecciones de ruedas laterales.	0.15	2	50
	Verificar estado de ruedas o esmeril.	0.10	1.3	50
Mantenimiento trimestral	Desmontar tapa lateral del motor y limpiar	1	3	70
	Revisar el ajuste de tornillo y pernos del motor y reajustar	0.3	1.5	40
	Revisar el estado de bornera y contactos, si es necesario realizar cambio	0.3	1.5	50
Mantenimiento Anual	Rebobinado del motor	6	6	200
	Cambio de rodamientos	1	1	50
	Verificar alineación del eje	1	1	50
	Barnizar embobinado	1	1	60
TOTAL		11.50	22	690

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.7.2.9. Máquina de soldar de arco manual

**Tabla 50.** Plan de actividades para esmeril de máquina de soldar de arco manual de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	INSPECCIÓN	TIEMPO HORA/ ACTIVIDAD	TIEMPO HORA/ AÑO	COSTO
Mantenimiento Mensual	Verificar que la pinza de contacto no tenga deformaciones	0.20	4	50
	Revestir cables eléctricos dañados	0.15	2	100
	Verificar el estado del porta electrodo, no dañado	0.20	4	80
	Inspeccionar cable del porta-electrodo y cable masa	0.10	2	50
Mantenimiento trimestral	Verificar los terminales no se encuentren dañados	0.3	1.3	80
	Limpiar el interior del equipo con aire comprimido.	1	3	100
	Revisión del sistema eléctrico y placas	0.3	1.3	150
	Limpieza del ventilador	0.3	1	50
	inspección del filtros de entrada de aire	0.3	1.3	70
Anual	Revisión general por personal especializado	6	6	300
<b>TOTAL</b>		<b>9.3</b>	<b>27.3</b>	<b>1030</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.7.2.10. Taladro radial

**Tabla 51.** Plan de actividades para esmeril de taladro radial de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

MANTENIMIENTO	INSPECCIÓN	TIEMPO HORA/ ACTIVIDAD	TIEMPO HORA/ AÑO	COSTO
Mantenimiento Mensual	Verificar estado de conexión eléctrica	0.15	3	50
	Verificar que la portezuela del tablero eléctrico se encuentre cerrado	0.10	2	150
	Verificar el ajuste de tornillos de fijación de la sobre mesa	0.15	3	50
	Verificar posicionamiento de la herramienta de corte	0.10	2	70
Mantenimiento trimestral	Inspección mecánica	1	3	50
	Inspección eléctrica	1	3	70
	Lubricar cojinetes del husillo	1	3	100
Mantenimiento Anual	Inspección de anclaje y pintura	0.3	0.3	20
	Revisión general de la parte mecánica	1	1	60
	Revisión general del motor eléctrico	3	3	200
<b>TOTAL</b>		<b>8.10</b>	<b>23.3</b>	<b>820</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.7.2.11. Prensa hidráulica

**Tabla 52.** Plan de actividades para esmeril de taladro radial de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L

MANTENIMIENTO	INSPECCIÓN	TIEMPO HORA/ ACTIVIDAD	TIEMPO HORA/ AÑO	COSTO
Mantenimiento Mensual	Verificar estado de conexión eléctrica	0.15	3	30
	Verificar el ajuste de tornillos de fijación de la sobre mesa	0.10	2	40
	Verificar posicionamiento de la herramienta	0.10	2	50
Mantenimiento trimestral	Revisar filtros de succión	0.15	0.45	70
	Inspeccionar nivel hidráulico	0.10	0.3	60
Mantenimiento Anual	Inspección de anclaje y pintura	0.20	1	40
	Revisión general de la parte mecánica	1	1	50
	Revisión general del motor eléctrico	3	3	200
	Revisar superficialmente soldadura en partes críticas	1	1	50
<b>TOTAL</b>		<b>6.20</b>	<b>14.15</b>	<b>590</b>

Fuente: Elaboración propia

**3.3.7.3. Cálculo de indicadores de mantenimiento proyectados con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento de los equipos del área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L**

**Tabla 53.** Indicadores de mantenimiento proyectado

Maquina	N° Fallas	Tiempo total de programado (Hras)	Tiempo total de Reparación (Hras)	Tiempo Disponible de Operación (Hras)	TMP R (Hras)	TME F (Hras)	Evaluación de la tasa de reparación ( $\mu$ )	Evaluación de la tasa de fallas ( $\lambda$ )	Disponibilidad (%)	Confiabilidad (%)	Mantenibilidad (%)
Pantógrafo CNC	18	2184	121	2063	6.7	114.6	0.14	0.008	94.5%	84.4%	95.3%
Guillotina Hidráulica	16	2184	99	2085	6.1	130.3	0.16	0.007	95.5%	86.1%	96.9%
Plegadora Hidráulica	11	2184	75	2109	6.8	191.7	0.14	0.005	96.5%	89.6%	95.3%
Torno Paralelo	18	2184	88.3	2095	4.9	116.3	0.2	0.008	95.95%	84.4%	98.6%
Compresor de tornillo	13	1512	70	1442	5.3	110.1	0.18	0.0088	95.4%	88.7%	93.3%
Soldar MIG	13	2184	56	2128	4.3	163.6	0.23	0.006	97.2 %	87.8%	98.02%
Sierra eléctrica	9	1344	40	1304	4.4	144.8	0.22	0.0068	97 %	91.3%	94.5%
Soldar Arco Manual	10	560	28	532	2.8	53.2	0.36	0.018	95%	90.5%	86.46
Prensa Hidráulica	9	392	15	377	1.7	41.8	0.58	0.023	96%	91.4%	89.7%
Taladro Columna	10	1008	24	1064	2.4	106.4	0.41	0.0093	97.7%	91.4%	98.1%
Esmeril de sobremesa	11	576	22	554	2	50.36	0.5	0.019	96.1%	90.4%	94.4%
<b>PROMEDIO ÁREA DE MAESTRANZA</b>									<b>96.1%</b>	<b>88.73%</b>	<b>94.6%</b>

Fuente: Elaboración propia



#### 3.3.7.4. Evaluación económica del plan de mantenimiento

Los costos de las diferentes actividades de mantenimiento correctivos efectuados en el periodo de junio 2017 al junio 2018 fueron proporcionados por el área de logística y producción de la empresa BONA LOGISTIC E.I.:R.L correspondientes a reparaciones por mantenimiento correctivo divididos en repuestos, lubricantes, servicios de terceros, mano de obra, producción paralizada, tiempo muerto, entre otros, en el cual se detallan a continuación:

**Tabla 54.** Costos por mantenimiento correctivo

<b>MAQUINARIA O EQUIPO</b>	<b>COSTOS POR MANTENIMIENTO(NUEVOS SOLES)</b>
Torno	8080
Pantógrafo CNC	12040
Guillotina industrial	9000
Plegadora hidráulica	2650
Máquina de soldar Soldamax	5550
Máquina de soldar de arco manual	2470
Compresor de tornillo	3200
Esmeril de sobre mesa	880
Taladro columna	2000
Sierra eléctrica	1860
Prensa hidráulica	900
Total	48630

Fuente: Elaboración propia

Con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento, los costos por las actividades de mantenimiento planificado proyectado fueron las siguientes:

**Tabla 55.** Costos de mantenimiento preventivo

<b>MAQUINARIA O EQUIPO</b>	<b>COSTOS POR MANTENIMIENTO (Nuevos soles)</b>
Torno	4610
Pantógrafo CNC	8530
Guillotina industrial	6150
Plegadora hidráulica	2100
Máquina de soldar Soldamax	3150
Máquina de soldar de arco manual	1030
Compresor de tornillo	2630
Esmeril de sobre mesa	690
Taladro columna	890
Sierra eléctrica	1180
Prensa hidráulica	590
Total	31550

Fuente: Elaboración propia

Resumen de las tablas de costos de mantenimiento:

**Tabla 56.** Diferencias de costos de mantenimiento

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>COSTOS POR MANTENIMIENTO</b>
Mantenimiento Correctivo	48630
Mantenimiento preventivo	31150
Ahorro	17080

En la tabla N°55 se expresa el ahorro que genera la empresa al implementar un sistema de gestión de mantenimiento enfocándose en actividades preventivas pudiendo ahorrar 17080 Nuevos soles en un 35.1% de los costos de mantenimiento no planificado.

# Cálculo del VAN y TIR

**Tabla 57.** Calculo del VAN y TIR de la implementación del sistema de gestión

		Costo de la Inversión		año 1		año 2		año 3		año 4		año 5			
				S/. 550,000.00		S/. 550,000.00		S/. 550,000.00		S/. 550,000.00		S/. 550,000.00			
INGRESOS															
INVERSION		-S/. 107,508.61													
GASTOS o EGRESOS				S/. 32,000.00		S/. 32,000.00		S/. 32,000.00		S/. 32,000.00		S/. 32,000.00			
mantenimiento				S/. 3,000.00		S/. 3,000.00		S/. 3,000.00		S/. 3,000.00		S/. 3,000.00			
consumo de energía				S/. 6,000.00		S/. 6,000.00		S/. 6,000.00		S/. 6,000.00		S/. 6,000.00			
capacitación				S/. -		S/. -		S/. -		S/. -		S/. -			
				S/. -		S/. -		S/. -		S/. -		S/. -			
				S/. -		S/. -		S/. -		S/. -		S/. -			
TOTAL		-S/. 107,508.61		S/. 41,000.00		S/. 41,000.00		S/. 41,000.00		S/. 41,000.00		S/. 41,000.00			
Beneficio				S/. 509,000.00		S/. 509,000.00		S/. 509,000.00		S/. 509,000.00		S/. 509,000.00			
Impuestos (20%)				S/. 101,800.00		S/. 152,700.00		S/. 152,700.00		S/. 152,700.00		S/. 152,700.00			
Beneficio después de impuestos				-S/. 107,508.61		S/. 407,200.00		S/. 356,300.00		S/. 356,300.00		S/. 356,300.00		S/. 356,300.00	
VAN del proyecto				S/. 1,091,356.77		S/. 1,017,848.48		S/. 950,863.39		S/. 889,693.24		S/. 654,771.85			
tipo de descuento				12.00%		14.00%		16.00%		18.00%		27.85%			
TIR				368.51%											
INGRESOS				S/. 550,000.00		S/. 550,000.00		S/. 550,000.00		S/. 550,000.00		S/. 550,000.00		S/. 2,084,932.72	
		-107508.61		9000		9000		9000		9000		9000			
				55800		83700		83700		83700		83700			
EGRESOS		-107508.61		64800		92700		92700		92700		92700		S/. 328,091.39	
TASA DE DEPOSITO		10%													
b/c		6.3547316													

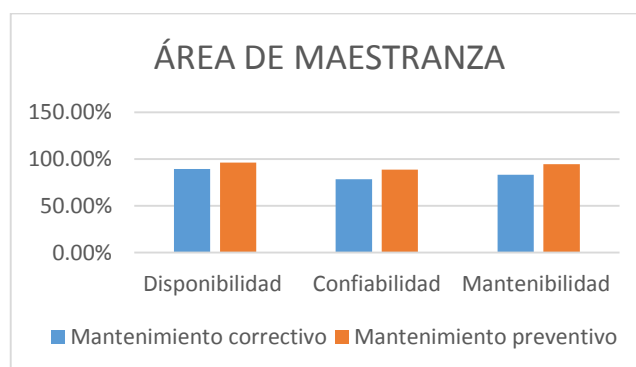
Fuente: Elaboración propia

#### IV. DISCUSIÓN

- Para realizar el diagnóstico de la situación actual del estado y funcionamiento de los equipos en el área de maestranza, se realizaron encuestas al personal responsable que están a cargo del uso de las maquinarias; se concluyó que el área de maestranza no cuenta con ninguna actividad de mantenimiento preventivo, imputabilidad de repuestos y falta de herramientas, desorden en el área de trabajo y falta de capacitación en mantenimiento al personal. Ver tabla 4. Debido a la mala organización y supervisión de los encargados de esta área.
- Por medio de los resultados obtenidos de los indicadores de mantenimiento del área maestranza aplicando mantenimiento correctivo en los equipos fueron los siguientes: Disponibilidad de 89.24%, Confiabilidad de 78.56% y mantenibilidad de 83.03%. Según Inostroza, 2012. Refiriere que los principales indicadores para una óptima disponibilidad se debe a la adquisición de equipos y maquinaria en optimo estado cumpliendo con las funciones necesarias para la elaboración de accesorios destinados al ensamble de las carrocerías metálicas y la experiencia técnica del operario al correcto funcionamiento de los equipos evitando averías graves provocadas por la negligencia del operador o por la inexperiencia evitando el incremento de paradas o fallas inexistentes en los equipos. La mantenibilidad está totalmente ligado a la gestión de repuestos, el empleo de correcto de las herramientas y la formación del encargado del restablecimiento del equipo en el menor tiempo posible. Los equipos cuentan con una confiabilidad menor al promedio debido a la dejadez del operario y encargado del área el alto índice del tiempo de reparación de los equipos del área; los datos obtenidos superan lo recomendado por Inostroza, 2012, en las diferentes empresas industriales el rango mínimo recomendable aplicando mantenimiento correctivo no disminuya del 53 – 60 % de disponibilidad de las maquinarias
- Para la elaboración del análisis de criticidad se empleó las tablas recomendadas por el autor Sierra Álvarez, Gabriel. Basándose en criterios o valores referentes al mantenimiento enfocándose en la producción, calidad, mantenimiento y seguridad. Estableciendo 3 niveles de criticidad, maquinaria critica (25-35), maquinaria o equipos de importancia media (16 – 24) y maquinaria criticas (15 – 0). A la vez se identificó

la criticidad por el diagrama de Pareto relacionando por el número de paradas registradas en el periodo junio 2017 al junio 2018, un año calendario en funcionamiento de los equipos. Identificando un grupo de maquinarias que caen en el rango de zonas críticas las cuales son el Pantógrafo CNC, guillotina hidráulica, torno paralelo, máquina de soldar MIG-MAG y plegadora hidráulica.

- Según Rocha (2017), mediante la herramienta del análisis model de falla y efecto se resalta cuáles fueron las causas probables de las fallas rutinarias en los diferentes sub-niveles del equipo, ocasionando en el peor de los casos cortocircuitos, o sobrecalentamiento del motor eléctrico, de tal manera se busca reducir las actividades o intervención de mantenimiento correctivo en la empresa BONA LOGSITIC E.IR.L. El resultado obtenido se detalla en la tabla 32 con un promedio de 37 fallas inaceptables y 15 fallas deseables con un promedio no deseable del Índice de Prioridad de Riesgos del conjunto de máquinas críticas del área de maestranza, por lo tanto, actividades de mantenimiento preventivo se enfocarán en las fallas rutinarias de los equipos críticos del área de maestranza.
- En el desarrollo de la presente investigación sea implementará las proyecciones del sistema de gestión de mantenimiento asegurando que la aplicación aumentará circunstancialmente la disponibilidad de los equipos críticos y no críticos distribuidos en el área de maestranza destinado a la fabricación de carrocerías metálicas, si la empresa decide implantar las actividades de mantenimiento obtendrá grandes cambios y mejoras en el proceso de fabricación de las carretas.

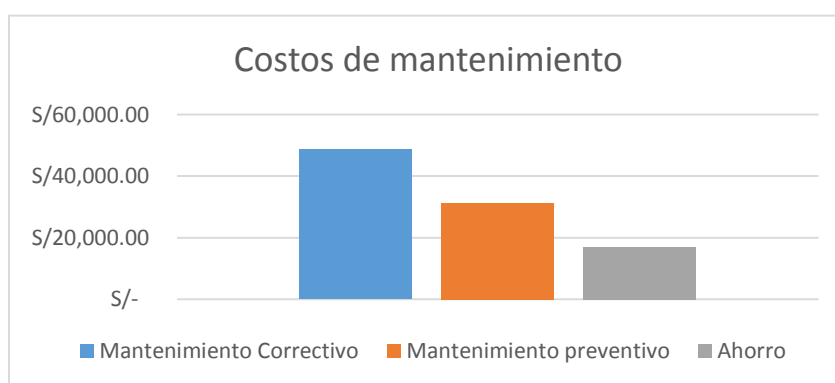


Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 8.** Comparación de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad

En la figura 8 se aprecia la comparación de los indicadores de mantenimiento correctivo actual y proyectado de las maquinas críticas y no críticas distribuidas en el área de maestranza garantizando el aumento de un 7% la disponibilidad, confiabilidad en 10% y mantenibilidad de 11%, debido a la reducción de tiempo total de reparación de los equipos y los numero de fallas que afectan circunstancialmente a la confiabilidad y mantenibilidad garantizando un mayor control de la maquinaria critica.

Con los datos analizados se constata que la disponibilidad actual promedio de los equipos de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L es regular por eso es necesario enfocarnos en el tiempo necesario para reparar y así incrementar la disponibilidad de los equipos. Estos resultados son semejante a las tesis de Ramos (2017), García (2014) y Gómez (2012} aseguran que sus investigaciones la implementación del sistema de gestión de mantenimiento aumentan la disponibilidad de las maquinaria en 8% aproximadamente mejorando el rendimiento de las máquinas y garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos del área de maestranza, según Inostorza (2013) resalta que una empresa de diferente índole industrial debería contar con una confiabilidad del 90% y disponibilidad del 97%, con el fin de contar con un proceso productivo continuo debido que se evita los fallos inesperados y mejorar la seguridad ocupacional del operario.



Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 9.** Comparación de costos de mantenimiento

- Los costos por mantenimiento correctivo de las maquinas críticas y no críticas del área de maestranza la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L se reducirán en 17 080 nuevos soles aproximadamente correspondiente al 47% de los costos actuales de

mantenimiento correctivo detallándose en la figura. Con la implementación del sistema de gestión en el siguiente periodo del 2018. Estos resultados son similares a los obtenidos por Ramos (2017) y García (2012) que obtuvieron un descuento de los costos iniciales de mantenimiento en un rango de 40%- 60%.

- Según los datos obtenidos de la tabla 57 se interpreta que el valor de beneficio costos (b/c) de 6.35 siendo mayor a la unidad, por lo tanto los costos del proyecto de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento es beneficiosos y se recomienda la inversión a la existencia de beneficio es decir los ingresos son superiores a los egresos.

## **V. CONCLUSIONES**

La disponibilidad actual del área promedio de maestranza es de 89.24 %, 78.56 % de confiabilidad y 83.03 % de mantenibilidad, debido a presentaba con ningún plan o actividades de mantenimiento programadas, imputabilidad de repuestos y herramientas, desorden en el área de trabajo y falta de capacitación en mantenimiento a los trabajadores del área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.

Al emplear la técnica o método AMEF para el estudio de las actividades de mantenimiento preventivo, se logró identificar los fallos con mayor recurrencia de las maquinarias distribuidas del área de maestranza, encontrándose en una disponibilidad baja por ellos se obtuvo un IPR elevado, proyectándose a reducir el índice de prioridad de riesgo por las acciones recomendadas en los fallos recurrentes de las maquinarias y equipos del área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L por los planes de mantenimiento programados para dichos equipos y maquinaria.

Se concluye que el plan de mantenimiento preventivo propuesto cumple con el objetivo de aumentar la disponibilidad proyectada con la implementación de las actividades de mantenimiento para los equipos del área de maestranza serian de 96.1% de disponibilidad, 88.73% de confiabilidad y 94.6% de mantenibilidad, debido que se atacara a las fallas rutinarias registradas en el periodo junio 2017 a junio 2018, desmullendo las horas de reparación registradas y programando las actividades de inspección y cambio de los accesorios o componentes de los equipos con mayor rango de criticidad.

Los costos por mantenimiento correctivo de las maquinas críticas y no críticas del área de maestranza la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L se reducirán en 17 080 nuevos soles aproximadamente correspondiente al 47% datos tomados por el área logístico de la empresa, para lograr ese resultado es necesario contar con la supervisión de horas de reparación, puntualidad por los accesorios y herramientas.



## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda el cumplimiento del seguimiento de las actividades de mantenimiento preventivo durante la frecuencia establecida de los equipos y maquinarias del área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L.
- Acción inmediata por parte de logística para la adquisición o compras de los requerimientos del área de mantenimiento.
- Se recomienda llevar un control de los diferentes indicadores de mantenimiento.
- Se sugiere realizar cuadros de Excel para identificar o tener un seguimiento de los registros de inconformidades de los equipos.
- Se recomienda emplear el método del AMEF, para identificar y cuantificar las fallas con mayor recurrencia de cada una de las maquinas distribuidas en el área de maestranza de la empresa BONA LOGISTIC E.I.R.L, para contrarrestar los fallos potenciales con mayor índice de riesgo y aumentar o garantizar la disponibilidad de las maquinarias o equipos.
- Implementar técnicas predicativas como el análisis de vibraciones y termografía a la maquinaria con el objetivo de detectar o predecir las fallas ocurrientes y evitar paradas para que la producción no se ve afectada
- Capacitar al personal de la empresa Bona LOGISTIC E.I.R.L con respecto a la ejecución de las actividades relaciones a ll plan de mantenimiento preventivo propuesto y concientizar sobre la importancia de tener un registro de cada actividad para ser más preciso y exacto a las fallas o irregularidad presentadas en la maquinaria o equipos en el momento determinado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arce, J et al. (2017). Planeamiento Estratégico de la Industria de Carrocerías Metálicas. Tesis, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. pp 7-14
- Asociación Latinoamericana del Acero, alacero, (2018). América Latina: Crecer 4% producción y consumo de acero lamiendo enero 2018. Recuperado de: <https://www.alacero.org/es/page/prensa/noticias/america-latina-crece-4-produccion-y-consumo-de-acero-laminado-en-enero-2018>
- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ, (31 de Diciembre del 2017), Memoria 2017.pp 12-14-15, recuperado de: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Memoria/2017/memoria-bcrp-2017.pdf>
- Calloni, J. (2007). Mantenimiento Eléctrico y Mecánico para Pequeñas y Medianas Empresas PyMES. Argentina, Argentina: Nobuko. pp 19-21.
- González, F. (2005). Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial avanzado (2a ed.). Madrid, España: FC Editorial. pp 66-67-69
- García, E. (2014) Implementar una gestión de mantenimiento preventivo para reducir los costos por mantenimiento y aumentar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas de maestranza y montacargas de la empresa metalmecánica L&S NASSI, Tesis, Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, La Libertad.
- Gómez, Y. (2012). Diseño de un sistema de Gestión de Mantenimiento para el taller mecánico de la empresa Grupo TRANSPESA S.A.C. Tesis, Universidad Privada Cesar Vallejo, Trujillo. La Libertad
- Inostroza, A. y Santander, R. (2013). Diseño e implementación de un plan de mantenimiento en una empresa metalmecánica. Tesis, Universidad del Bío – Bío, Concepción, Chile.
- Redacción de BBC MUNDO, (30 de marzo del 2015), El acero barato de China que inunda el mundo.BBC MUNDO. Recuperado de: [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/03/150327\\_china\\_inunda\\_acero\\_barato\\_ac](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/03/150327_china_inunda_acero_barato_ac)
- NSHT, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2004, España. NTP 679: Análisis model de fallos y efecto. AMFE. Recuperado: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_679.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf)

- Redacción La Republica. (2018, 11 de abril). Venta de autos livianos y pesados bajó 6.1% durante primer trimestre. La República, p.19.  
<https://larepublica.pe/economia/1225190-venta-de-autos-livianos-y-pesados-bajo-61-durante-primer-trimestre>
- Redacción diario El Comercio. (2017, 25 de febrero). SNI: manufactura puede crear 1,1, mlls. de empleos más al 2030. El Comercio, p 20.  
<https://elcomercio.pe/economia/peru/sni-manufactura-crear-1-1-mlls-empleos-2030-405475>
- Rocha, L. (2017). Estudio del Proceso de Mantenimiento Preventivo y su Incidencia en la Disponibilidad de las Maquinas de Soldar de la Empresa Construcciones Metalmecánicas Gómez ubicada en el sector de Tababela – Quito. Tesis, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato, Ecuador.
- Ramos, J. (2017) Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Drill S.A.C, Tesis, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, La Libertad
- Ríos, J. y Garcés, J. (2018). Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Preventivo Basado en el Análisis FMECA y monitoreo mediante el Software AM para un Sistema Gemi CMD Bombas. Recuperado de <https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4406/ARTICULO%20%20PROYECTO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- SEAS, Estudios Superiores (2015). Gestión de Mantenimiento I. pp 22-28-31. Recuperado de <http://www.fnmt.es/documents/10179/6076529/20151105+Documentacion+1/931c925e-bb51-450d-bb17-db70ff3a6524>
- Ventajas del acero como material de construcción, (2017). Algecosa. Recuperado de: <http://www.ochoalacar.com/ventajas-del-acero-material-construccion/>

# ANEXOS

**ANEXO 1. Distribución de la maquinaria del área de maestranza.****Tabla 58.** Máquina en la sección de banco.

ÁREA	MAQUINARIA	CÓDIGO	Nº DE FALLAS
Mecánica de bancos	Torno Paralelo	TOR-001	26
	Taladro de tipo pedestal	TCOL-002	10
	Esmeril de sobremesa	ESOB-001	4

**Tabla 59.** Maquinaria en la sección de doblado y corte.

ÁREA	MAQUINARIA	CÓDIGO	Nº DE FALLAS
Doblado y Corte	Prensa Hidráulica	PH-001	5
	Sierra Huinche eléctrica	SH-001	12
	Pantógrafo CNC	PAN-001	68
	Guillotina Hidráulica	Gh-001	45
	Plegadora Hidráulica	PLH-002	14

**Tabla 60.** Máquinas en la sección de Soldado y otro.

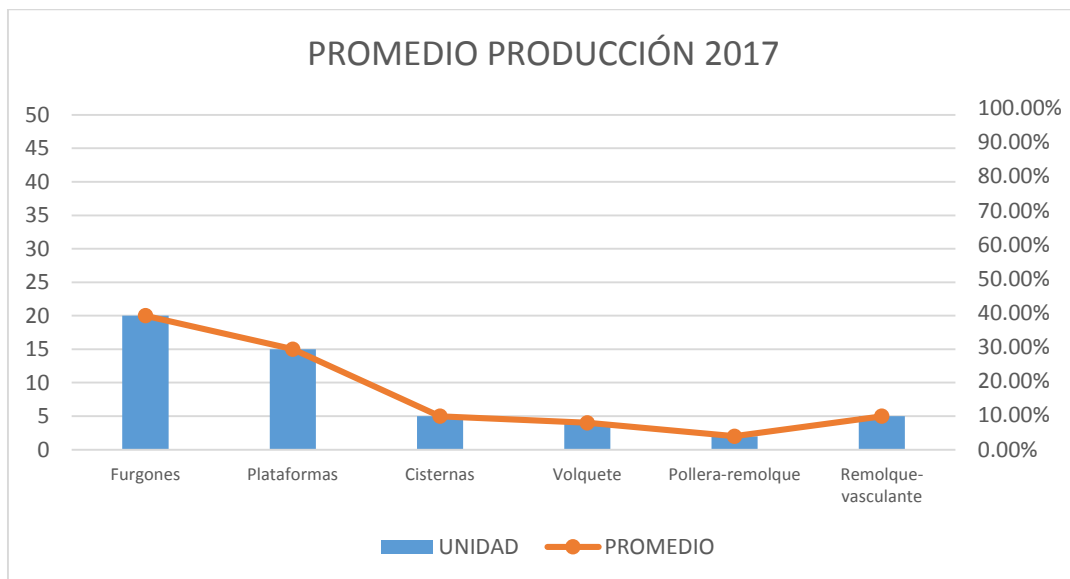
ÁREA	MAQUINARIA	CÓDIGO	Nº DE FALLAS
Soldadura y otro	Máquina de Soldar Mig Soldamax	SOL-005	41
	Máquina de Soldar Arco Manual	MAL-003	6
	Compresor de tornillo	CP-001	13

## ANEXO 2. Índices de producción

### Índice de producción 2017

**Tabla 61.** Porcentajes de producción en el año 2017.

TIPO DE CARROCERÍA	UNIDAD	PROMEDIO
Furgones	20	39.22%
Plataformas	15	29.41%
Cisternas	5	9.80%
Volquete	4	7.84%
Pollera-remolque	2	3.92%
Remolque-vasculante	5	9.80%
<b>TOTAL</b>	<b>51</b>	<b>100.00%</b>

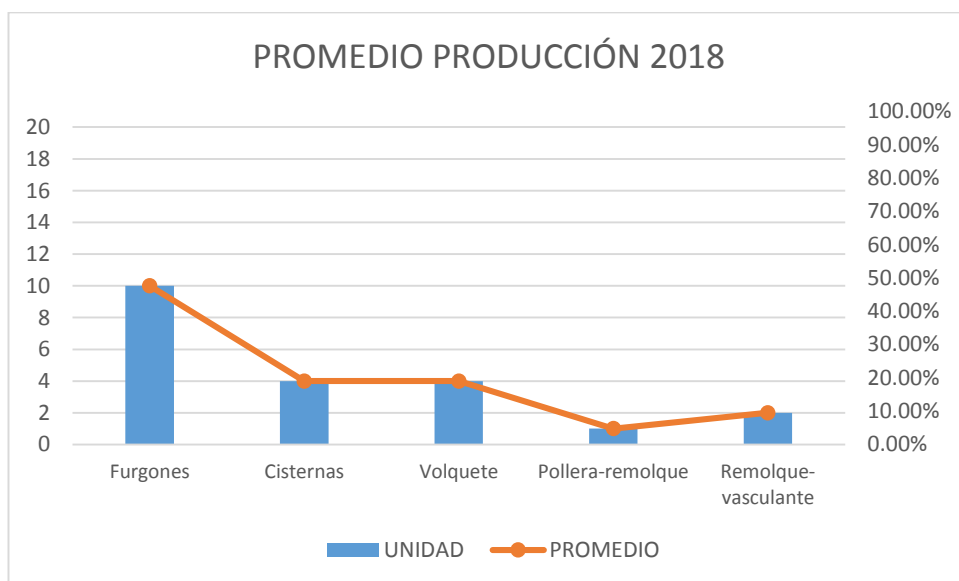


**FIGURA 10.** Índice de producción de unidades vendidas en el periodo 2017

## Índice de producción 2018

**Tabla 62.** Porcentaje de producción en el año 2018.

TIPO DE CARROCERÍA	UNIDAD	PROMEDIO
Furgones	10	47.62%
Cisternas	4	19.05%
Volquete	4	19.05%
Pollera-remolque	1	4.76%
Remolque-vasculante	2	9.52%
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>



**FIGURA 11.** Índice de producción de unidades vendido en el periodo 2018

### ANEXO 3. Historial de fallas Junio 2017 a junio 2018

**Tabla 63.** Registro de fallas de máquina de soldar en el área de maestranza de la empresa Bona Logistic E.I.R.L.

REGISTRO DE FALLAS "BONA LOGISTIC E.I.R.L."							
Registro de paradas de la Maquinaria y equipos							
Área de Maestranza							
Responsable: Ing. Bobadilla Alva, Bernardo							
Fecha	Área	Máquina de Soldar MIG MAG	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (hora)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
8/05/2017	Maestranza	Sol-005	Estancamiento de rodillos	14:00:00	17:00:00	3	100
20/05/2017	Maestranza	Sol-005	Recalentamiento pinza masa	16:00:00	18:00:00	2	100
26/05/2017	Maestranza	Sol-005	Rotura del ventilador	09:00:00	09:00:00	10	300
27/05/2017	Maestranza	Sol-005	Cambio de TIG	09:00:00	11:30:00	2.5	50
31/05/2017	Maestranza	Sol-005	Ruptura de rodillos	16:30:00	10:00:00	18.50	300
<b>TOTAL</b>						<b>36.00</b>	
16/06/2017	Maestranza	Sol-005	Cambio de cableado eléctrico	10:00:00	17:50:00	14	150
21/06/2017	Maestranza	Sol-005	Recalentamiento pinza masa	12:00:00	15:01:00	3	100
30/06/2017	Maestranza	Sol-005	Estancamiento de rodillos	12:00:00	18:00:00	6.00	100
<b>TOTAL</b>						<b>23.00</b>	
26/07/2017	Maestranza	Sol-005	Rotura de antorcha	09:00:00	09:00:00	24	300
23/07/2017	Maestranza	Sol-005	Cambio de TIG	09:00:00	00:00:00	3.00	50
31/07/2017	Maestranza	Sol-005	Estancamiento de rodillos	16:00:00	19:00:00	3	100
<b>TOTAL</b>						<b>30.00</b>	
2/08/2017	Maestranza	Sol-005	Nivelación de guías y cambio de ruedas	10:00:00	16:00:00	6	100
21/08/2017	Maestranza	Sol-005	Terminales quemados	13:00:00	10:00:00	7.00	100
29/08/2017	Maestranza	Sol-005	Cambio de Tig	11:00:00	00:35:00	1.30	50
<b>TOTAL</b>						<b>14.30</b>	



CONTINUACIÓN TABLA 63

Fecha	Área	Máquina de Soldar MIG MAG	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (hora)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
7/09/2017	Maestranza	Sol-005	Trabas de poleas de alimentación	15:00:00	18:00:00	3	100
11/09/2017	Maestranza	Sol-005	Recalentamiento pinza masa	09:00:00	12:00:00	3	150
18/09/2017	Maestranza	Sol-005	Cambio de tobera	12:00:00	18:00:00	6	100
21/09/2017	Maestranza	Sol-005	Cambio de Tig	18:00:00	19:00:00	1	50
24/09/2017	Maestranza	Sol-005	Estancamiento de rodillos	15:00:00	18:00:00	3	150
29/09/2017	Maestranza	Sol-005	Cambio de Tig	09:00:00	16:00:00	7.00	50
<b>TOTAL</b>						<b>23.00</b>	
11/10/2017	Maestranza	Sol-005	Recalentamiento de carbones	14:00:00	18:00:00	4	200
13/10/2017	Maestranza	Sol-005	Recalentamiento pinza masa	13:00:00	15:00:00	2	100
15/10/2017	Maestranza	Sol-005	Cambio de Tig	10:00:00	12:00:00	2	50
18/10/2017	Maestranza	Sol-005	Ruptura de antorcha	08:30:00	12:00:00	28	250
25/10/2017	Maestranza	Sol-005	Cambio Tig	12:00:00	14:00:00	2.00	50
<b>TOTAL</b>						<b>38.00</b>	
8/11/2017	Maestranza	Sol-005	Recalentamiento pinza masa	17:00:00	19:30:00	2.3	150
13/11/2017	Maestranza	Sol-005	Cortocircuito	14:00:00	16:00:00	30.00	400
<b>TOTAL</b>						<b>32.33</b>	
5/12/2017	Maestranza	Sol-005	Rupturas de guías y ruedas	08:15:00	06:00:00	10.00	150.00
23/12/2017	Maestranza	Sol-005	Cambio de Tig	11:00:00	13:00:00	2	50
<b>TOTAL</b>						<b>12.00</b>	
10/01/2018	Maestranza	Sol-005	Corto circuito de cable	11:00:00	18:00:00	14	500
14/01/2018	Maestranza	Sol-005	Baja de amperaje	12:00:00	16:00:00	4	200

CONTINUACIÓN TABLA 63

Fecha	Área	Máquina de Soldar MIG MAG	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (hora)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
22/01/2018	Maestranza	Sol-005	Acumulación de escoria tobera	15:30:00	18:30:00	4	150
27/01/2018	Maestranza	Sol-005	Cambio de Tig	10:30:00	11:00:00	1	50
<b>TOTAL</b>						<b>23</b>	
18/02/2018	Maestranza	Sol-005	Cambio de tobera	09:00:00	12:00:00	3	100
23/02/2018	Maestranza	Sol-005	Acumulación de escoria en rodillos	13:00:00	10:00:00	10	100
27/02/2018	Maestranza	Sol-005	Cambio de Tig	14:00:00	16:00:00	2	50
<b>TOTAL</b>						<b>15</b>	
20/03/2018	Maestranza	Sol-005	Baja de Amperaje	10:00:00	13:00:00	3	150
28/03/2018	Maestranza	Sol-005	Cambio de Tig	09:30:00	10:00:00	11	50
<b>TOTAL</b>						<b>14</b>	
2/04/2018	Maestranza	Sol-005	Recalentamiento pinza masa	13:00:00	16:00:00	3	150
15/04/2018	Maestranza	Sol-005	Cambio de Tig	10:00:00	00:30:00	3	50
26/04/2018	Maestranza	Sol-005	Trabas de poleas de alimentación	15:00:00	20:30:00	6.00	150
<b>TOTAL</b>						<b>12.00</b>	
5/05/2018	Maestranza	Sol-005	Sobre carga del alternador	11:00:00	18:00:00	7	200
15/05/2018	Maestranza	Sol-005	Cambio de Tig	09:00:00	12:00:00	4	50
7/05/2018	Maestranza	Sol-005	Trabas de poleas de alimentación	15:30:00	18:30:00	3	150
<b>TOTAL</b>						<b>14</b>	

**Tabla 64.** Registro de fallas de torno paralelo en el área de maestranza de la empresa Bona Logistic E.I.R.L.

REGISTRO DE FALLAS “BONA LOGISTIC E.I.R.L.”							
Registro de paradas de la Maquinaria y equipos							
Área de maestranza							
Responsable: Ing. Bobadilla Alva, Bernardo							
Fecha	Área	Torno Paralelo	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
2/05/2017	Maestranza	TOR-001	Desalineación y desbalanceo de polea y engranaje	12:00:00	16:00:00	24	300
19/05/2017	Maestranza	TOR-001	Quema del motor	10:00:00	16:00:00	28	800
<b>TOTAL</b>						<b>52</b>	
8/06/2017	Maestranza	TOR-001	Ruptura del tronillo de avance	09:00:00	15:00:00	26	700
10/06/2017	Maestranza	TOR-001	Cambio de bobina o contactor	13:00:00	14:00:00	11	160
28/06/2017	Maestranza	TOR-001	Desgaste de rodamientos.	09:00:00	17:30:00	19	1500
30/06/2017	Maestranza	TOR-001	Cambio de sensor de fin de desplazamiento	14:00:00	14:00:00	12	80
<b>TOTAL</b>						<b>68</b>	
2/07/2017	Maestranza	TOR-001	Desgaste de cuchillas	11:00:00	11:00:00	10	150
13/07/2017	Maestranza	TOR-001	Bomba de refrigeración con impulsor roto	09:00:00	17:00:00	18	250
<b>TOTAL</b>						<b>28</b>	
9/08/2017	Maestranza	TOR-001	Faja de transmisión rota	11:00:00	12:00:00	11	60
<b>TOTAL</b>						<b>11</b>	
1/09/2017	Maestranza	TOR-001	Bomba de refrigeración trabada	12:00:00	18:00:00	6	250
10/09/2017	Maestranza	TOR-001	Desgastes de cuchillas	13:00:00	10:00:00	8	150
29/09/2017	Maestranza	TOR-001	Quema de componentes de sub- sistema de control	09:00:00	09:00:00	10	1200
<b>TOTAL</b>						<b>24</b>	

CONTINUACIÓN TABLA 64

Fecha	Área	Torno Paralelo	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
5/10/2017	Maestranza	TOR-001	Sistema de engranaje desgatado	17:00:00	15:00:00	8	300
29/10/2017	Maestranza	TOR-001	Faja de transmisión rota	10:00:00	14:00:00	14	60
30/10/2017	Maestranza	TOR-001	Engrase del tronillo rosca	00:00:00	6:00:00 p. m.	6	50
<b>TOTAL</b>						<b>28</b>	
9/11/2017	Maestranza	TOR-001	Cambio de bobina	12:00:00	18:00:00	6	100
16/11/2017	Maestranza	TOR-001	Faja de transmisión rota	14:00:00	18:00:00	14	60
<b>TOTAL</b>						<b>20</b>	
10/12/2017	Maestranza	TOR-001	Sistema de engranaje desgastado	08:00:00	18:00:00	10	150
14/12/2017	Maestranza	TOR-001	Bomba de refrigeración con impulsor roto	09:00:00	02:00:00 p. m.	15	250
22/12/2017	Maestranza	TOR-001	Desgaste de cuchillas	12:00:00	18:00:00	6	150
<b>TOTAL</b>						<b>31</b>	
3/01/2018	Maestranza	TOR-001	Desalineación y desbalanceo de polea y engranaje	10:00:00	18:00:00	8	300
28/01/2018	Maestranza	TOR-001	Cambio de bobina	13:00:00	11:00:00	10	100
<b>TOTAL</b>						<b>18</b>	
10/04/2018	Maestranza	TOR-001	Faja de transmisión rota	11:00:00	12:00:00	11	60
<b>TOTAL</b>						<b>11</b>	
13/05/2018	Maestranza	TOR-001	Desgaste de rodamientos.	10:00:00	18:00:00	8	500
24/05/2018	Maestranza	TOR-001	Sistema de engranaje desgastados	11:00:00	10:00:00	9	300
31/05/2018	Maestranza	TOR-001	Cambio de bobina	12:00:00	18:00:00	6	100
<b>TOTAL</b>						<b>23</b>	

**Tabla 65.** Registro de fallas de máquina de soldar (arco manual) en el área de maestranza de la empresa Bona Logistic E.I.R.L.

REGISTRO DE FALLAS “BONA LOGISTIC E.I.R.L.”							
Registro de paradas de la Maquinaria y equipos							
Área de maestranza							
Responsable: Ing. Bobadilla Alva, Bernardo							
Fecha	Área	Máquina de Soldar (arco manual)	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
18/02/2018	Maestranza	MAL-003	Recalentamiento de pinza porta electrodo	13:00:00	16:00:00	3	150
21/02/2018	Maestranza	MAL-003	Cable dañados	08:00:00	12:00:00	4	200
22/02/2018	Maestranza	MAL-003	Obstrucción ventilador	08:00:00	14:00:00	6	100
24/02/2018	Maestranza	MAL-003	Recalentamiento de pinza maza	17:00:00	19:00:00	2	150
27/02/2018	Maestranza	MAL-003	Porta electrodo roto	09:00:00	17:00:00	18	200
<b>TOTAL</b>						<b>33</b>	
11/03/2018	Maestranza	MAL-003	Filtro de aire cambio	12:00:00	18:00:00	6	100
21/03/2018	Maestranza	MAL-003	Cable dañados	14:00:00	18:00:00	4	150
22/03/2018	Maestranza	MAL-003	Terminales quemados	10:00:00	10:00:00	20	100
23/03/2018	Maestranza	MAL-003	Recalentamiento de pinza porta electrodo	10:00:00	12:00:00	12	200
<b>TOTAL</b>						<b>12</b>	
5/04/2018	Maestranza	MAL-003	Terminales quemados	10:00:00	10:00:00	20	150
15/04/2018	Maestranza	MAL-003	Deformaciones de pinza	13:00:00	18:00:00	5	100
21/04/2018	Maestranza	MAL-003	Cable dañados	08:00:00	12:00:00	4	100
26/04/2018	Maestranza	MAL-003	Recalentamiento de pinza maza	13:00:00	18:00:00	5	150
<b>TOTAL</b>						<b>5</b>	
16/05/2018	Maestranza	MAL-003	Terminales quemados	10:00:00	10:00:00	10	150
17/05/2018	Maestranza	MAL-004	Deformaciones de pinza	13:00:00	18:00:00	5	100
21/05/2018	Maestranza	MAL-005	Cable dañados	08:00:00	12:00:00	4	120
22/05/2018	Maestranza	MAL-006	Obstrucción ventilador	08:00:00	14:00:00	6	100
29/05/2018	Maestranza	MAL-007	Recalentamiento de pinza maza	17:00:00	19:00:00	2	150
<b>TOTAL</b>						<b>27</b>	

**Tabla 66.** Registro de fallas de compresor en el área de maestranza de la empresa Bona Logistic E.I.R.L.

REGISTRO DE FALLAS “BONA LOGISTIC E.I.R.L.”							
Registro de paradas de la Maquinaria y equipos							
Área de maestranza							
Responsable: Ing. Bobadilla Alva, Bernardo							
Fecha	Área	Compresor de tornillos	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
23/05/2017	Maestranza	CP-001	Recalentamiento del motor	12:00:00	18:00:00	12	500
30/05/2017	Maestranza	CP-001	Fuga de manguera hidráulica	10:00:00	18:00:00	8	150
<b>TOTAL</b>						<b>20</b>	
<b>CONTINUACIÓN TABLA A</b>							
Fecha	Área	Compresor de tornillos	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo
21/07/2017	Maestranza	CP-001	Cambio de filtró de aceite, aire y separador de aceite	10:00:00	17:00:00	7	60
<b>TOTAL</b>						<b>7</b>	
23/08/2017	Maestranza	CP-001	Exceso de vibraciones del motor	12:00:00	18:00:00	6	120
30/08/2017	Maestranza	CP-001	Recalentamiento del motor	10:00:00	17:00:00	7	50
<b>TOTAL</b>						<b>13</b>	
25/10/2017	Maestranza	CP-001	Sobrecalentamiento del motor (termostato)	11:00:00	18:00:00	7	200
30/10/2017	Maestranza	CP-001	Ruptura del ventilador	10:00:00	10:00:00	10	280
<b>TOTAL</b>						<b>17</b>	
17/11/2017	Maestranza	CP-001	Fugo de aire en mangueras	08:30:00	16:00:00	8	100
<b>TOTAL</b>						<b>8</b>	
15/12/2017	Maestranza	CP-001	Válvula solenoide averiada	13:00:00	11:00:00	8	120
<b>TOTAL</b>						<b>8</b>	

CONTINUACIÓN TABLA 66

Fecha	Área	Compresor de tornillos	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
12/02/2018	Maestranza	CP-001	Fugas en conexiones	12:00:00	19:00:00	7	150
<b>TOTAL</b>						<b>7</b>	
5/03/2018	Maestranza	CP-001	Cambio de filtró de aceite, aire y separador de aceite	09:30:00	18:00:00	8	120
28/03/2018	Maestranza	CP-001	Sobrecalentamiento del motor (termostato)	14:00:00	20:00:00	6	200
<b>TOTAL</b>						<b>14</b>	
29/04/2018	Maestranza	CP-001	Fugas en conexiones	14:00:00	19:00:00	5	100
<b>TOTAL</b>						<b>5</b>	

**Tabla 67.** Registro de fallas de taladro columna en el área de maestranza de la empresa Bona Logistic E.I.R.L.

REGISTRO DE FALLAS “BONA LOGISTIC E.I.R.L.”							
Registro de paradas de la Maquinaria y equipos							
Área de maestranza							
Responsable: Ing. Bobadilla Alva, Bernardo							
Fecha	Área	Taladro columna	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
18/05/2017	Maestranza	TCOL-002	Desgaste de correa tipo A	12:00:00	19:00:00	7	150
30/05/2017	Maestranza	TCOL-002	Descentrado del mandril	14:00:00	18:00:00	4	250
<b>TOTAL</b>						<b>11</b>	
9/06/2017	Maestranza	TCOL-002	Recalentamiento del motor eléctrico	08:30:00	17:00:00	9	550
28/06/2017	Maestranza	TCOL-002	Desgaste de rodamientos	10:00:00	18:00:00	8	200
<b>TOTAL</b>						<b>17</b>	
29/07/2017	Maestranza	TCOL-002	Ruptura de poleas	09:00:00	17:00:00	18	250
<b>TOTAL</b>						<b>18</b>	

CONTINUACIÓN TABLA 67

Fecha	Área	Taladro columna	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
1/11/2017	Maestranza	TCOL-002	Ruptura de cables eléctricos	10:00:00	18:00:00	8	50
23/11/2017	Maestranza	TCOL-002	Desgaste de correa tipo A	08:30:00	15:30:00	7	150
<b>TOTAL</b>						<b>15</b>	
21/02/2018	Maestranza	TCOL-002	Desgaste de cremallera de control	11:30:00	12:15:00	2	150
<b>TOTAL</b>						<b>2</b>	
30/03/2048	Maestranza	TCOL-002	Ruptura de correa y polea	13:00:00	19:00:00	6	200
<b>TOTAL</b>						<b>6</b>	
15/04/2018	Maestranza	TCOL-002	Cable eléctrico dañado	09:00:00	05:30:00	9	50
<b>TOTAL</b>						<b>9</b>	

**Tabla 68.** Registro de fallas de prensa hidraulica en el área de maestranza de la empresa Bona Logistic E.I.R.L

REGISTRO DE FALLAS “BONA LOGISTIC E.I.R.L”							
Registro de paradas de la Maquinaria y equipos							
Área de maestranza							
Responsable: Ing. Bobadilla Alva, Bernardo							
Fecha	Área	Prensa hidráulica	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
10/10/2017	Maestranza	PLH-002	Desgaste de filtro de descarga	12:00:00	17:45:00	327	60
29/10/2017	Maestranza	PLH-002	Falla del sistema eléctrico	15:00:00	17:00:00	120	200
<b>TOTAL</b>						<b>447</b>	



CONTINUACIÓN TABLA 68

Fecha	Área	Prensa hidráulica	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
30/01/2018	Maestranza	PLH-002	Doblado de guías	15:00:00	17:45:00	147	100
<b>TOTAL</b>						<b>147</b>	
15/02/2018	Maestranza	PLH-002	Ruptura de manguera	08:30:00	18:00:00	990	120
28/02/2017	Maestranza	PLH-002	Ruptura de soporte de la prensa	14:00:00	14:45:00	45	40
<b>TOTAL</b>						<b>1035</b>	

**Tabla 69.** Registro de fallas de esmeril de sobre mesa en el área de maestranza de la empresa Bona Logistic E.I.R.L

REGISTRO DE FALLAS “BONA LOGISTIC E.I.R.L”							
Registro de paradas de la Maquinaria y equipos							
Área de maestranza							
Responsable: Ing. Bobadilla Alva, Bernardo							
Fecha	Área	Esmeril de sobre mesa	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Hora de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
7/06/2017	Maestranza	ESOB-001	Recalentamiento del motor	13:00:00	18:00:00	5	50
<b>TOTAL</b>						<b>5</b>	
26/08/2017	Maestranza	ESOB-001	Desgaste de rodamientos	10:00:00	16:00:00	16	30
<b>TOTAL</b>						<b>16</b>	
30/12/2017	Maestranza	ESOB-001	Ruptura de cables eléctricos	21:00:00	18:00:00	9	50
<b>TOTAL</b>						<b>9</b>	
30/04/2018	Maestranza	ESOB-001	Recalentamiento del motor	09:20:00	18:00:00	9	750
<b>TOTAL</b>						<b>9</b>	

**Tabla 70.** Registro de fallas de guillotina hidráulica en el área de maestranza de la empresa Bona Logistic E.I.R.L

REGISTRO DE FALLAS “BONA LOGISTIC E.I.R.L”							
Registro de paradas de la Maquinaria y equipos							
Área de maestranza							
Responsable: Ing. Bobadilla Alva, Bernardo							
Fecha	Área	Guillotina hidráulica	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
5/05/2017	Maestranza	GH-001	Desgaste de rodamientos	09:00:00	10:00:00	9	250
12/05/2017	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	10:00:00.	9:00:00	22	150
18/05/2017	Maestranza	GH-001	Recalentamiento de Relé	09:00:00	11:00:00	3	150
31/05/2017	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	16:00:00	16:00:00	9	150
<b>TOTAL</b>						<b>43</b>	
6/06/2017	Maestranza	GH-001	Cuchilla desalineada	10:00:00	17:00:00	7	50
15/06/2017	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	13:00:00	10:00:00	14	150
21/06/2017	Maestranza	GH-001	Solturas de conexión	15:00:00	18:00:00	3	100
31/06/2017		GH-001	Recarga de nitrógeno	11:00:00	13:00:00	17	150
<b>TOTAL</b>						<b>41</b>	
15/07/2017	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	13:00:00	13:00:00	10	150
19/07/2017	Maestranza	GH-001	Desalineado de acoples del sistema hidráulico	11:00:00	18:00:00	5	50
30/07/2017	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	08:00:00	10:00:00	9	150
<b>TOTAL</b>						<b>24</b>	
10/08/2017	Maestranza	GH-001	Desgastes de cuchillas	15:00:00	11:00:00	6	250
17/08/2017	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	14:00:00	09:00:00	12	150
29/08/2017	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	12:00:00	09:00:00	13	150
<b>TOTAL</b>						<b>31</b>	
18/09/2017	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	10:00:00	11:00:00	23	150
<b>TOTAL</b>						<b>23</b>	
10/10/2017	Maestranza	GH-001	Cables eléctrico de señal dañados	10:00:00	16:00:00	6	150
14/10/2017	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	10:00:00	18:00:00	8	150
15/10/2017	Maestranza	GH-001	Desalineado de guías lineales	15:00:00	12:00:00	7	50
28/10/2017	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	09:00:00	10:00:00	15	150
<b>TOTAL</b>						<b>36</b>	

**CONTINUACIÓN TABLA 70**

Fecha	Área	Guillotina hidráulica	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
5/11/2017	Maestranza	GH-001	Desgaste de empaquetadura de acumuladores	09:00:00	19:00:00	9	650
8/11/2017	Maestranza	GH-001	Desalineado de acoples del sistema hidráulico	14:00:00	19:00:00	5	50
12/11/2017	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	17:00:00	10:00:00	10	150
15/11/2017	Maestranza	GH-001	Solturas de conexión	14:00:00	18:00:00	4	100
19/11/2017	Maestranza	GH-001	Cuchilla desliñada	09:00:00	14:00:00	5	50
30/11/2017	Maestranza	GH-001	Desgaste de cuchillas	13:00:00	17:00:00	4	50
<b>TOTAL</b>						<b>37</b>	
18/12/2017	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	13:00:00	11:00:00	22	150
<b>TOTAL</b>						<b>22</b>	
4/01/2018	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	15:00:00	22:00:00	5	150
10/01/2018	Maestranza	GH-001	Cables eléctrico dañados	11:00:00	17:00:00	6	50
17/01/2018	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	17:00:00	10:00:00	10	150
22/01/2018	Maestranza	GH-001	Desgaste de rodamientos	09:00:00	15:00:00	6	500
<b>TOTAL</b>						<b>27</b>	
8/02/2018	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	10:00:00	18:00:00	14	150
14/02/2017	Maestranza	GH-001	Disminución de compresión de corte	08:30:00	11:30:00	3	200
17/02/2017	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	8:00:00	18:00:00	7	150
<b>TOTAL</b>						<b>24</b>	
2/03/2018	Maestranza	GH-001	Ruptura de cuchillos	11:00:00	09:00:00	89	2500
25/03/2018	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	09:00:00	10:00:00	8	150
<b>TOTAL</b>						<b>97</b>	
2/04/2018	Maestranza	GH-001	Recalentamiento de Relé	10:00:00	12:00:00	2	150
12/04/2018	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	17:00:00	17:00:00	7	150
16/04/2018	Maestranza	GH-001	Cuchilla desaliñada	14:00:00	17:00:00	3	100
23/04/2018	Maestranza	GH-001	Cables eléctrico dañados	11:00:00	13:00:00	2	50
30/04/2018	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	10:00:00	15:00:00	13	150
<b>TOTAL</b>						<b>27</b>	

CONTINUACIÓN TABLA 70

Fecha	Área	Guillotina hidráulica	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
03/05/2018	Maestranza	GH-001	Cuchilla desaliñada	09:00:00	12:00:00	3	100
15/05/2018	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	11:00:00	17:00:00	13	150
19/05/2018	Maestranza	GH-001	Desalineado de guías lineales	15:00:00	19:00:00	4	100
31/05/2018	Maestranza	GH-001	Recarga de nitrógeno	10:00:00	18:00:00	7	150
<b>TOTAL</b>						<b>27</b>	

**Tabla 71.** Registro de fallas de plegadora hidraulica en el área de maestranza de la empresa Bona Logistic E.I.R.L

REGISTRO DE FALLAS “BONA LOGISTIC E.I.R.L”							
Registro de paradas de la Maquinaria y equipos							
Área de maestranza							
Responsable: Ing. Bobadilla Alva, Bernardo							
Fecha	Área	Plegadora Hidráulica	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
13/05/2017	Maestranza	PLH-002	Recalentamiento de relé	12:00:00	18:00:00	6	250
22/05/2017	Maestranza	PLH-002	Solturas de conexiones	13:00:00	18:00:00	5	50
30/05/2017	Maestranza	PLH-002	Desgaste de rodamientos	10:00:00	20:00:00	12	360
<b>TOTAL</b>						<b>23</b>	
1/06/2017	Maestranza	PLH-002	Desafilado de cuchillos	09:00:00	13:00:00	4	150
23/06/2017	Maestranza	PLH-002	Ruptura de manguera hidráulica	11:00:00	20:00:00	9	150
24/06/2017	Maestranza		Desalineado de cuchillos	10:00:00	18:00:00	8	50
<b>TOTAL</b>						<b>13</b>	
12/07/2017	Maestranza	PLH-002	Cables dañados	12:00:00	17:00:00	5	100
18/07/2017	Maestranza	PLH-002	Desalineado de cuchillos	10:00:00	18:00:00	8	50
<b>TOTAL</b>						<b>5</b>	

CONTINUACIÓN TABLA 71

Fecha	Área	Plegadora Hidráulica	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
9/08/2017	Maestranza	PLH-002	Desgaste de filtros de succión	15:00:00	18:00:00	3	100
17/08/2017	Maestranza	PLH-002	Desafilado de cuchillos	10:00:00	18:00:00	8	200
<b>TOTAL</b>						<b>3</b>	
22/09/2017	Maestranza	PLH-002	Desalineado de cuchillos	10:00:00	18:00:00	8	50
<b>TOTAL</b>						<b>8</b>	
7/10/2017	Maestranza	PLH-002	Desgaste de rodamientos	09:00:00	20:00:00	11	240
17/10/2017	Maestranza	PLH-002	Desalineado de cuchillos	10:00:00	18:00:00	8	50
<b>TOTAL</b>						<b>11</b>	
21/12/2017	Maestranza	PLH-002	Solturas de conexiones	08:00:00	14:00:00	4	50
22/11/2017	Maestranza	PLH-002	Desgaste de cuchillos	10:00:00	18:00:00	8	200
<b>TOTAL</b>						<b>4</b>	
30/01/2018	Maestranza	PLH-002	Desalineado de cuchillos	11:00:00	18:00:00	7	50
<b>TOTAL</b>						<b>7</b>	
26/03/2018	Maestranza	PLH-002	Ruptura de manguera hidráulica	10:00:00	17:00:00	7	150
28/03/2018	Maestranza	PLH-002	Desalineado de cuchillos	10:00:00	18:00:00	8	50
<b>TOTAL</b>							
26/04/2018	Maestranza	PLH-002	Cables dañados	11:00:00	14:00:00	3	100
30/04/2018	Maestranza	PLH-002	Desgastes de cuchillos	13:00:00	11:00:00	8	250
<b>TOTAL</b>						<b>11</b>	

**Tabla 72.** Registro de fallas de taladro columna en el área de maestranza de la empresa Bona Logistic E.I.R.L

Registro de fallas “BONA LOGISTIC E.I.R.L”							
Registro de paradas de la Maquinaria y equipos							
Área de maestranza							
Responsable: Ing. Bobadilla Alva, Bernardo							
Fecha	Área	Sierra eléctrica	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
23/05/2017	Maestranza	SH-001	Ruptura del cable de alimentación	13:00:00	17:30:00	258	100
<b>TOTAL</b>						<b>258</b>	
9/06/2017	Maestranza	SH-001	Desgaste de rodamientos	15:00:00	17:30:00	570	60
13/06/2017		SH-001	Desgaste de correas	09:30:00	09:00:00	618	50
30/06/2017	Maestranza	SH-001	Ruptura de rodamientos	08:30:00	18:00:00	438	250
<b>TOTAL</b>						<b>1626</b>	
5/07/2017	Maestranza	SH-001	Desgaste de sierra	13:45:00	18:00:00	309	30
28/07/2017	Maestranza	SH-001	Poleas desalineadas	11:00:00	14:30:00	198	80
<b>TOTAL</b>						<b>507</b>	
27/08/2017	Maestranza	SH-001	Desgaste de sierra	12:30:00	18:00:00	318	30
<b>TOTAL</b>						<b>318</b>	
28/10/2017	Maestranza	SH-001	Desgaste de sierra	09:00:00	04:30:00	438	30
30/10/2017	Maestranza	SH-001	Ruptura del cable de alimentación	23:00:00	18:00:00	420	60
<b>TOTAL</b>						<b>858</b>	
29/01/2018	Maestranza	SH-001	Ruptura del cable de alimentación	10:00:00	15:00:00	300	50
<b>TOTAL</b>						<b>300</b>	
12/04/2018	Maestranza	SH-001	Desgaste del sistema mecánico	10:00:00	17:00:00	420	300
24/04/2018	Maestranza	SH-001	Desgaste de sierra	09:00:00	00:30:00	198	30
<b>TOTAL</b>						<b>618</b>	

**Tabla 73.** Registro de fallas de Pantógrafo CNC en el área de maestranza de la empresa Bona Logistic E.I.R.L

REGISTRO DE FALLAS “BONA LOGISTIC E.I.R.L”							
Registro de paradas de la Maquinaria y equipos							
Área de maestranza							
Responsable: Ing. Bobadilla Alva, Bernardo							
Fecha	Área	Pantógrafo CNC	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
17/05/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	10:00:00	12:00:00	2	30
22/05/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	15:00:00	18:00:00	3	30
26/05/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	13:00:00	16:00:00	3	30
28/05/2017	Maestranza	PH-001	Falla de amperaje	09:00:00	17:00:00	8	150
30/05/2017	Maestranza	PH-001	Fuga de manguera de aire	11:00:00	14:00:00	13	100
30/05/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	13:00:00	15:00:00	2	30
<b>TOTAL</b>						<b>31</b>	
3/06/2017	Maestranza	PH-001	Desgastes de anillos distribuidores de gas	10:00:00	17:00:00	24	150
10/06/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	14:00:00	18:00:00	4	30
17/06/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	09:00:00	12:00:00	3	30
27/06/2017	Maestranza	PH-001	Congelamiento del software Mach 3	11:00:00	15:00:00	5	100
31-06-2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	17:00:00	19:00:00	2	30
<b>TOTAL</b>						<b>38</b>	
2/07/2017	Maestranza	PH-001	Recalentamiento del sistema	10:00:00	18:00:00	8	200
8/07/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	10:00:00	18:00:00	8	30
13/07/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	16:00:00	18:00:00	2	30
24/07/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	13:00:00	15:00:00	2	30
25/07/2017	Maestranza	PH-001	Obstrucción de boquilla	12:00:00	17:00:00	5	50
29/07/2017	Maestranza	PH-001	Estancamiento del riel guía	12:00:00	17:00:00	5	70
30/07/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	15:00:00	18:00:00	3	30
<b>TOTAL</b>						<b>33</b>	
12/08/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	13:00:00	14:00:00	1	30
17/08/2017	Maestranza	PH-001	Congelamiento del software Mach 3	09:00:00	15:00:00	5	100

**CONTINUACIÓN TABLA 73**

Fecha	Área	Pantógrafo CNC	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
23/08/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	14:00:00	16:00:00	2	30
27/08/2017	Maestranza	PH-001	Falla de amperaje	13:00:00	18:00:00	5	100
31/08/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	12:00:00	13:00:00	1	30
<b>TOTAL</b>						<b>14</b>	
15/09/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	10:00:00	12:00:00	2	30
21/09/2017	Maestranza	PH-001	Recalentamiento del sistema	09:00:00	13:00:00	4	100
23/09/2017	Maestranza	PH-001	Ruptura de boquilla	14:00:00	15:00:00	22	200
25/09/2017	Maestranza	PH-001	Obstrucción de boquilla	10:00:00	13:00:00	3	40
30/09/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	12:00:00	13:00:00	1	30
<b>TOTAL</b>						<b>32</b>	
2/10/2017	Maestranza	PH-001	Desgastes de anillos distribuidores de gas	12:00:00	18:00:00	6	100
3/10/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	09:00:00	12:00:00	3	30
12/10/2017	Maestranza	PH-001	Desgaste del circuito eléctrico	11:00:00	17:00:00	16	150
19/10/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	14:00:00	17:00:00	3	30
21/10/2017	Maestranza	PH-001	Fuga de manguera de aire	09:00:00	16:00:00	7	50
24/10/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	13:00:00	17:00:00	4	30
<b>TOTAL</b>						<b>39</b>	
9/11/2018	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	10:00:00	14:00:00	4	30
13/11/2017	Maestranza	PH-001	Falla de amperaje	14:00:00	17:00:00	3	50
15/11/2017	Maestranza	PH-001	Obstrucción de boquilla	12:00:00	18:00:00	6	50
18/11/2017	Maestranza	PH-001	Congelamiento del software Mach 3	09:00:00	16:00:00	7	100
23/11/2017	Maestranza	PH-001	Estancamiento del riel guía	12:00:00	17:00:00	5	80
<b>TOTAL</b>						<b>25</b>	
1/12/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	15:00:00	17:00:00	2	30
5/12/2017	Maestranza	PH-001	Recalentamiento del sistema	10:00:00	14:00:00	4	50
13/12/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	15:00:00	17:00:00	2	30
16-12-207	Maestranza	PH-001	Falla de amperaje	12:00:00	16:00:00	4	50



CONTINUACIÓN TABLA 73

Fecha	Área	Pantógrafo CNC	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
28/12/2017	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	09:00:00	11:00:00	2	30
<b>TOTAL</b>						<b>14</b>	
13/01/2018	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	10:00:00	13:00:00	3	30
15/01/2018	Maestranza	PH-001	Quemado del transformador	12:00:00	10:00:00	103	7500
30/01/2018	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	15:00:00	17:00:00	2	30
<b>TOTAL</b>						<b>108</b>	
15/02/2018	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	16:00:00	17:00:00	1	30
23/02/2018	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	11:00:00	13:00:00	2	30
26/02/2018	Maestranza	PH-001	Obstrucción de boquilla	14:00:00	18:00:00	4	100
<b>TOTAL</b>						<b>7</b>	
8/03/2018	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	16:00:00	18:00:00	2	30
12/03/2018	Maestranza	PH-001	Obstrucción de boquilla	10:00:00	14:00:00	4	50
15/03/2018	Maestranza	PH-001	Ruptura de boquilla	11:00:00	10:00:00	16	250
22/03/2018	Maestranza	PH-001	Congelamiento del software Mach 3	12:00:00	16:00:00	4	50
31/03/2018	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	14:00:00	16:00:00	2	30
<b>TOTAL</b>						<b>28</b>	
3/04/2018	Maestranza	PH-001	Ruptura de barómetro	09:00:00	16:00:00	7	250
15/04/2018	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	14:00:00	16:00:00	2	30
17/04/2018	Maestranza	PH-001	Desgastes de anillos distribuidores de gas	10:00:00	16:00:00	6	150
21/04/2018	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	15:00:00	17:00:00	2	30
25/04/2018	Maestranza	PH-001	ruptura de antorchar	16:00:00	10:00:00	14	300
30/04/2018	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	09:00:00	11:00:00	2	30
<b>TOTAL</b>						<b>33</b>	



CONTINUACIÓN TABLA 73

Fecha	Área	Pantógrafo CNC	Motivo de paro	Hora de parada	Hora de entrega	Tiempo de parada (Horas)	Costo de MTTO (Nuevos soles)
7/05/2018	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	15:00:00	17:00:00	2	30
12/05/2018	Maestranza	PH-001	Estancamiento del riel guía	12:00:00	17:00:00	5	50
17/05/2018	Maestranza	PH-001	Congelamiento del software Mach 3	10:00:00	14:00:00	4	100
18/05/2018	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	16:00:00	18:00:00	2	30
23/05/2018	Maestranza	PH-001	Recalentamiento del sistema	11:00:00	17:00:00	6	150
28/05/2018	Maestranza	PH-001	Consumible de antorcha desgastado	14:00:00	12:00:00	2	30
TOTAL						21	



**Anexo 4.** Fichas técnicas de los equipos del área de maestranza

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			
NOMBRE DEL EQUIPO	CODIFICACIÓN DEL EQUIPO	ÁREA	
SOLDADURA MIG	Sol-005	Maestranza	
	Especificaciones Técnicas	Unidades	Parámetros
	Tensión de entrada Nominal	V	380 Trifásico
	Capacidad nominal de entrada	KVA	11
	Corriente nominal de soldadura	A	280
	Fusible alimentador de alambre	A	8
	Velocidad de alimentación del alambre	m/min	3 a 15
	Potencia del calefactor	V	AC36
	Grado de protección		IP21S
	Voltaje sin carga	V	16.5 – 37
	Rango de ajuste actual	A – V	30A / 15.5V – 300A / 29V
	AJUSTE DE VOLTAJE	V	30
	Series		280 AF



Fuente: BONA LOGISTIC E.I.R.L

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS					
NOMBRE DEL EQUIPO		CODIFICACIÓN DEL EQUIPO		ÁREA	
TALADRO COLUMNA		TCOL-002		Maestranza	
		Especificaciones Técnicas		Unidades	Parámetros
		Capacidad de perforación		Mm	50
		Capacidad de Toma			M30
		Propiedades del Motor	Potencia	kW	2.2/2.8
			Voltaje	V	220
			RPM	m/min	960/1440
			Modelo		YD112M-6/4
		Dimensiones	Longitud	mm	2180
			Ancho	mm	810
			Altura	mm	1785
		Alimentación de Husillo		mm / r	0.007-0.15-0.26-0.40
		Velocidades del Eje		r/min	42-62-85-125-170-250-340-510-690-1035-1365-2050
		Bomba	Potencia	W	40
			Voltaje	V	380
			Flujo	L/min	6



Fuente: BONA LOGISTIC E.I.R.L

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				
NOMBRE DEL EQUIPO	CODIFICACIÓN DEL EQUIPO		ÁREA	
Pantógrafo CNC	PH-001		Maestranza	
	Especificaciones Técnicas		Unidades	Parámetros
	Fuente de alimentación		V – Hz	220V – 50 Hz
	Corte del espesor de la chapa de acero		mm	80-100
	Presión para cada espesor de planta metálica	Espesor 3/16”	Bar	2.5
		Espesor 1/4"	Bar	3
		Espesor 3/8”	Bar	4
		Espesor 1/2”	Bar	5
		Espesor 1”	Bar	7
	Dimensiones Externas del fuselaje		mm	470x230x240
	Velocidad de corte		mm/min	80-100 m
	Diseño Modular		mm/min	JB/T 7436-1994
	Potencia del Transformador		VW	220/110-6.3

Fuente: BONA LOGISTIC E.I.R.L

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				
NOMBRE DEL EQUIPO		CODIFICACIÓN DEL EQUIPO		ÁREA
PLEGADORA		PAN-001		Maestranza
	Especificaciones Técnicas		Unidades	Parámetros
	Fuerza Nominal		kN	1600
	Longitud de la mesa de trabajo		mm	4000
	Bomba de aceite	Presión	MPa	31.5
		Modelo		NT3-G25F
	Motor principal	Modelo		Y160M-4B5
		Potencia	Kw	11
		Velocidad	r/min	1440
	Presión máxima de trabajo del sistema hidráulico		MPa	25
	Motor de ajuste del pistón	Modelo		Yu80M-6B3
		Potencia	Kw	0.18
		Velocidad	r/min	960
	Temperatura de almacenamiento		°C	-20 a 70
	Serial			W1164153

Fuente: BONA LOGISTIC E.I.R.L

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				
NOMBRE DEL EQUIPO		CODIFICACIÓN DEL EQUIPO		ÁREA
CIZALLA HIDRÁULICA		SH-001		Maestranza
	Especificaciones Técnicas		Unidades	Parámetros
	Presión de los Cilindros		MPa	2.5 – 4
	Longitud de la mesa de trabajo		mm	6200
	Bomba de émbolo axial	Presión	MPa	31.5
		Modelo		NT3-G25F
		Flujo	ML/r	32
	Motor principal	Modelo		Y160M-4B5
		Potencia	Kw	15
		Velocidad	r/min	1460
	Fuerza de la Cuchilla		N/mm <sup>2</sup>	450
	Dimensión global	Longitud	mm	6700
		Ancho	mm	1730
		Altura	mm	1680
	Ángulo de corte		mm	1° 30’
	Serial			6101191

Fuente: BONA LOGISTIC E.I.R.L